

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA  
INDOAMÉRICA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TEMA:**

---

“Estudio del proceso de producción del horno rotativo de 16 bandejas y su incidencia en la productividad de la empresa Industrias Metálicas Cotopaxi” de la ciudad de Latacunga

---

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial bajo la modalidad Estudio Técnico**

**AUTOR**

Jofre German Calvopiña Segovia

**TUTOR**

Ing. Leonardo Cuenca

**AMBATO-ECUADOR**

**2016**

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de Tutor del trabajo de investigación, nombrado por el H. Consejo Superior de la Universidad Tecnológica Indoamérica:

### **CERTIFICO:**

Que el trabajo de Grado “**ESTUDIO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL HORNO ROTATIVO DE 16 BANDEJAS Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA “INDUSTRIAS METÁLICAS COTOPAXI” DE LA CIUDAD DE LATACUNGA**” presentado por el estudiante Jofre German Calvopiña Segovia de la Facultad de Ingeniería Industrial, reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del jurado examinador que el H. Consejo Superior de la Universidad Tecnológica Indoamérica designe.

Ambato, Octubre del 2016

**TUTOR**

.....

**Ing. Leonardo Cuenca**

**C.I: 180221307-2**

## **AUTORÍA DE TESIS**

El contenido del presente trabajo de investigación sobre el tema “Estudio del proceso de producción del horno rotativo de 16 bandejas y su incidencia en la productividad de la empresa “Industrias Metálicas Cotopaxi” de la ciudad de Latacunga. Así como sus ideas, opiniones, análisis, resultados, conclusiones y recomendaciones; excepto las citas bibliográficas, son exclusivas responsabilidad de su autor.

Ambato, Octubre 2016

.....

Joffre Calvopiña Segovia

C.I. 0502930779

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA,  
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN  
ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Jofre Germán Calvopiña Segovia, declaro ser autor del Estudio Técnico, titulado **“ESTUDIO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL HORNO ROTATIVO DE 16 BANDEJAS Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA INDUSTRIAS METÁLICAS COTOPAXI DE LA CIUDAD DE LATACUNGA”** como requisito para optar al grado de “Ingeniero Industrial”, autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Ambato, a los 05 días del mes de Octubre de 2016, firmo conforme:

**Autor:** Jofre German Calvopiña Segovia

**Firma:**

**Número de Cédula:** 0502930779

**Dirección:** Barrio las cuatro esquinas (Pujilí)

**Correo Electrónico:** jgcs923@hotmail.com

**Teléfono:** 032725281 - 0999099227

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

El informe de Investigación Científica, ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, previa la obtención del Título de Ingeniero Industrial por lo tanto autorizamos a los postulantes a la presentación a efectos de su sustentación pública.

Ambato, Octubre del 2016

### **El Tribunal**

.....  
**PRESIDENTE DE TRIBUNAL**

Ing. Lorena Cáceres

.....  
**MIEMBRO DE TRIBUNAL**

Ing. Mauricio Salas

.....  
**MIEMBRO DE TRIBUNAL**

Ing. Daniel Álvarez

## **DEDICATORIA**

Dedico de manera muy especial a mis padres Raúl Calvopiña y Emma Segovia que, con su apoyo total, cariño y comprensión supieron motivarme para alcanzar un sueño más en mi vida. En todo este trayecto e ganando nuevas experiencias enriqueciendo mi mente y alma por la cual quiero de igual manera expresar un inmenso agradecimiento a DIOS que con sus bendiciones me ha dado la fortaleza para cumplir un objetivo más en mi vida.

**Joffre Calvopiña**

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer a La empresa Industrias Metálicas Cotopaxi, por brindarme la oportunidad y todas las facilidades para realizar el presente proyecto de investigación, a Todo el personal que forman parte de la Universidad Tecnológica Indoamérica por ser el pilar fundamental para ser un buen profesional y a su vez quiero agradecer a mis amigos los cuales fueron muy importantes en todo mi trayecto de formación, dándome su apoyo incondicional.

**Joffre Calvopiña**

## **ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero.....	i
Aprobación del tutor.....	ii
Autoría de tesis.....	iii
Autorización por parte del autor para la consulta, reproducción .....	iv
Aprobación del tribunal de grado .....	v
Dedicatoria .....	vi
Agradecimiento .....	vii
Resumen ejecutivo .....	xv
Executive summary .....	xvi

### **CAPÍTULO I**

#### **INTRODUCCIÓN**

Tema.....	1
Contextualización.....	1
Árbol de Problemas .....	3
Antecedentes Investigativos .....	4
Justificación.....	8
Objetivos .....	9
Objetivo General .....	9
Objetivos Específicos.....	9

### **CAPÍTULO II**

#### **METODOLOGÍA**

Área de Estudio .....	10
Enfoque de la investigación .....	10
Justificación de la Metodología.....	11
Población y muestra .....	12



Objeto de Estudio .....	12
Variable Independiente: Procesos de Producción de Hornos.....	13
Variable Dependiente: Productividad de la empresa .....	14
Obtención y análisis de Datos. ....	15
Hipótesis .....	17
Señalamiento de variables .....	17

### **CAPÍTULO III**

#### **DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN**

Estudio de la situación actual de la empresa .....	19
Mapa de procesos .....	19
Caracterización de los procesos. ....	20
Desagregación del proceso.....	20
Análisis de cada una de las actividades de la elaboración de hornos.....	21
Proceso para la elaboración de hornos a diésel en la empresa. ....	21
Análisis de la encuesta realizada a cada uno del personal operativo. ....	25
Entrevista:.....	31
Resumen o conclusiones de la entrevista .....	32
Matriz de observación .....	33
Diagrama de bloques .....	35
Diagrama de flujo.....	37
Diagrama de Procesos .....	45
Diagrama de recorrido.....	47
La Productividad .....	49
Tiempo promedio por actividad .....	50
Tiempo normal de proceso .....	54
Tiempo estándar del proceso.....	58

Suplementos para cálculo de tiempo estándar de la OIT. ....	59
Suplementos de trabajo para la manufactura del horno rotativos .....	60
Cálculo de la productividad operativa actual .....	63
Costos de Producción .....	63
Costos de la Materia Prima .....	63
Productividad Mono factorial (materia prima).....	63
Costos de producción Mano de Obra .....	64
Productividad Mono factorial (mano de obra) .....	64
Costos de Energía Eléctrica.....	65
Productividad Mono factorial o Parcial Mensual (energía eléctrica).....	65
Costos de Accesorios.....	66
Costo de comercialización del horno a diésel. ....	67
Productividad Multifactorial .....	67

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Interpretación de resultados.....	68
Análisis de la Encuesta.....	68
Análisis de la Entrevista. ....	70
Discusión de los resultados de la Matriz de observación.....	71
Diagrama de bloques .....	72
Diagrama de flujo funcional.....	72
Diagrama de proceso .....	72
Tiempo promedio de cada actividad .....	73
Tiempo normal del proceso .....	73
Tiempo estándar del proceso .....	74
Análisis de la productividad actual en la empresa .....	74

Verificación de la Hipótesis .....	75
Modelo lógico.....	75
Nivel de significación y regla de decisión.....	75
Grados de Libertad. ....	78
Regla de Decisión.....	78
Propuesta .....	79

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Conclusiones: .....	80
Recomendaciones: .....	81
Bibliografía.....	82

## **ANEXOS**

Anexos .....	83
Encuesta dirigida al personal de la empresa .....	84
Entrevista dirigida al gerente general de la empresa .....	85
Tabla de T-student.....	86

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Población de la empresa .....	12
Tabla 2: Operacionalización de la variable Independiente .....	13
Tabla 3: Operacionalización de la variable Dependiente: Productividad .....	14
Tabla 4: Preguntas Básicas .....	15
Tabla N° 5 Materias primas utilizadas.....	25
Tabla N° 6: Proceso de manufactura .....	26
Tabla N° 7: Equipos para manufactura.....	27
Tabla N° 8: Plan de producción anual .....	28
Tabla N° 9: Ubicación de maquinaria .....	29
Tabla N° 10: Piezas sin modificaciones .....	30
Tabla N° 11: Matriz de Observación .....	34
Tabla N° 12: Resumen Diagrama de Recorrido .....	47
Tabla N° 13: Resumen del diagrama de recorrido.....	49
Tabla N° 14: Tiempo promedio elaboración de horno .....	51
Tabla N° 15: Factor de desempeño del operario .....	54
Tabla N° 16: Cálculo del Tiempo Normal.....	55
Tabla N° 17: Sistema de Suplementos.....	59
Tabla N° 18: Suplementos de trabajo empresa I.M.C .....	60
Tabla N° 19: Costo de la Materia Prima.....	63
Tabla N° 20: Costos de Mano de obra.....	64
Tabla N° 21: Costos de Energía Eléctrica .....	65
Tabla N° 22: Costos de Producción accesorios .....	66
Tabla N° 23: Meses de producción.....	76
Tabla N° 24: Productividad mensual .....	77
Tabla N° 25: Distribución del T-student.....	78

## ÍNDICE FIGURAS

Figura N <sup>a</sup> 1: Árbol de Problema. ....	3
Figura N <sup>o</sup> 2: Organigrama estructural .....	19
Figura N <sup>o</sup> 3: Caracterización de procesos .....	20
Figura N <sup>o</sup> 4: Cadena de valor de la empresa .....	20
Figura N <sup>o</sup> 5: Pregunta N <sup>o</sup> 1 .....	25
Figura N <sup>o</sup> 6: Pregunta N <sup>o</sup> 2.....	26
Figura N <sup>o</sup> 7: Pregunta N <sup>o</sup> 3.....	27
Figura N <sup>o</sup> 8: Pregunta N <sup>o</sup> 4.....	28
Figura N <sup>o</sup> 9: Pregunta N <sup>o</sup> 5.....	29
Figura N <sup>o</sup> 10: Pregunta N <sup>o</sup> 6.....	30
Figura N <sup>o</sup> 11: Diagrama de Bloques.....	36
Figura N <sup>o</sup> 12: Diagrama de Flujo .....	44
Figura N <sup>o</sup> 13: Diagrama de Procesos.....	46

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA**

**FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL**

**“ESTUDIO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL HORNO  
ROTATIVOS DE 16 BANDEJAS Y SU INCIDENCIA EN LA  
PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA “INDUSTRIAS METÁLICAS  
COTOPAXI” DE LA CIUDAD DE LATACUNGA”**

**Autor:** Joffre Calvopiña

**Tutor:** Ing. Leonardo Cuenca

**RESUMEN EJECUTIVO**

La investigación efectuada en la empresa se ejecutó con la finalidad de estudiar los procesos de manufactura del horno rotativo de 16 bandejas a diésel de la empresa Industrias Metálicas Cotopaxi, de la ciudad de Latacunga con la finalidad de entender la relación que existen entre cada proceso subproceso y actividad establecida, se verifico el tiempo que toma ejecutar cada una de las actividades hasta la obtención del producto final, determinado así el tiempo promedio normal de producción y tiempo tipo.

Realizada la investigación se evidencia que principalmente el problema que se debería solucionar es la distribución de la planta ya que esta genera cuellos de botella principal mente en la mala distribución de la materia prima aplicando así una reingeniería de procesos para mejorar la productividad de la empresa mediante la reingeniería se estandarizarían los procesos y se distribuiría correctamente la maquinaria ya que existe un recorrido excesivo en todo el proceso de producción mediante estos correctivos el proceso tendrá un flujo continuo reduciendo así un gran porcentaje de tiempo y elevando la producción de los hornos rotativos de 16 bandejas.

**Palabras claves:** tiempo tipo, proceso, manufactura, hornos rotativos, productividad, tiempo normal, costos, subprocesos.

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“ESTUDIO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL HORNO  
ROTATIVO DE 16 BANDEJAS Y SU INCIDENCIA EN LA  
PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA “INDUSTRIAS METÁLICAS  
COTOPAXI” DE LA CIUDAD DE LATACUNGA”**

**Author:** Joffre Calvopiña

**Thutor:** Ing. Leonardo Cuenca

**EXECUTIVE SUMMARY**

The investigation at the company was executed in order to study the processes of manufacturing the rotary kiln 16 trays diesel Industrias Metálicas Cotopaxi, city Latacunga in order to understand the relationship between each thread process and established activity, I check the time it takes to execute each of the activities to obtain the final product, thus determined the normal average production time and time type.

Conducted research shows that the main problem that should be solved is the distribution of the plant as this generates necks main bottle mind maldistribution of raw material and applying reengineering processes to improve business productivity by reengineering the processes standardization and properly distribute the machine as there is an excessive travel throughout the production process by these corrective process will have a continuous flow reducing a large percentage of time and increasing production of rotary kilns 16 trays.

**Keywords:** time type, processing, manufacturing, rotary kilns, productivity, normal time, costs, threads.



## **CAPÍTULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

**Tema:** “Estudio del proceso de producción del horno rotativo de 16 bandejas y su incidencia en la productividad de la Empresa Industrias Metálicas Cotopaxi de la ciudad de Latacunga”.

#### **Contextualización.**

“La metalmecánica es una potencia en todo el mundo, mientras que en el Ecuador el grupo metalmecánico tiene mucha relevancia, motivo por el cual la mayoría de las piezas elaboradas contienen un alto valor añadido.

“El sector metalmecánico actualmente es muy extensa y variada, está se encuentra distribuida en los siguientes grupos como son: Metales básicos, manufactura en metal, maquinas no eléctricas, maquinas eléctricas, materiales para transporte y carrocerías además de bienes de capital”. *Pro Ecuador (2012; PP 1-2)*

Para el 2012 se predijo un aumento de la industria metalmecánica en la región del 3.7%; entretanto que en el 2011 se logró el 4.3%. Esta disminución es consecuencia de la inseguridad y el cambio de precios en el mercado financiero internacional.

La industria de la metalmecánica une a los grupos productivos del Ecuador, principalmente para las producciones de bienes, direccionados a la industria estos requieren en gran parte de, piezas y productos que son producidos por el sector metalmecánico, colaborando con los distintos campos productivos del Ecuador”. *(Comisión económica para América latina y el Caribe).*

“La industrial y agricultura presentan el 59% de la economía de la provincia de Cotopaxi, igualmente contribuye con el producto interno bruto nacional con 1,6 %

según los datos del banco central del Ecuador en el 2015, Cotopaxi se desataca con en el sector manufacturero”. *Sofía Ramírez (2015)*

“La primordial actividad de manufactura en la provincia de Cotopaxi, es el sector metalmecánico, particularmente en la elaboración de la línea de tuberías, perfiles entre otros. También aporta principalmente en la producción bruta con más de 104 millones de dólares, a su vez son los principales adquirentes de materia prima con 72,7 millones de dólares, igualmente son los que más impuestos pagan en la provincia, con 11,6 millones de dólares, es la tercera provincia generar empleo, con más de 610 personas laborando en este sector manufacturero, y finalmente ocupa el tercer puesto en cuanto a montos de sueldos y salarios pagados, con un valor de 3,4 millones de dólares”. *Ministerio de coordinación de la producción, empleo y competitividad (2011; PP 23)*

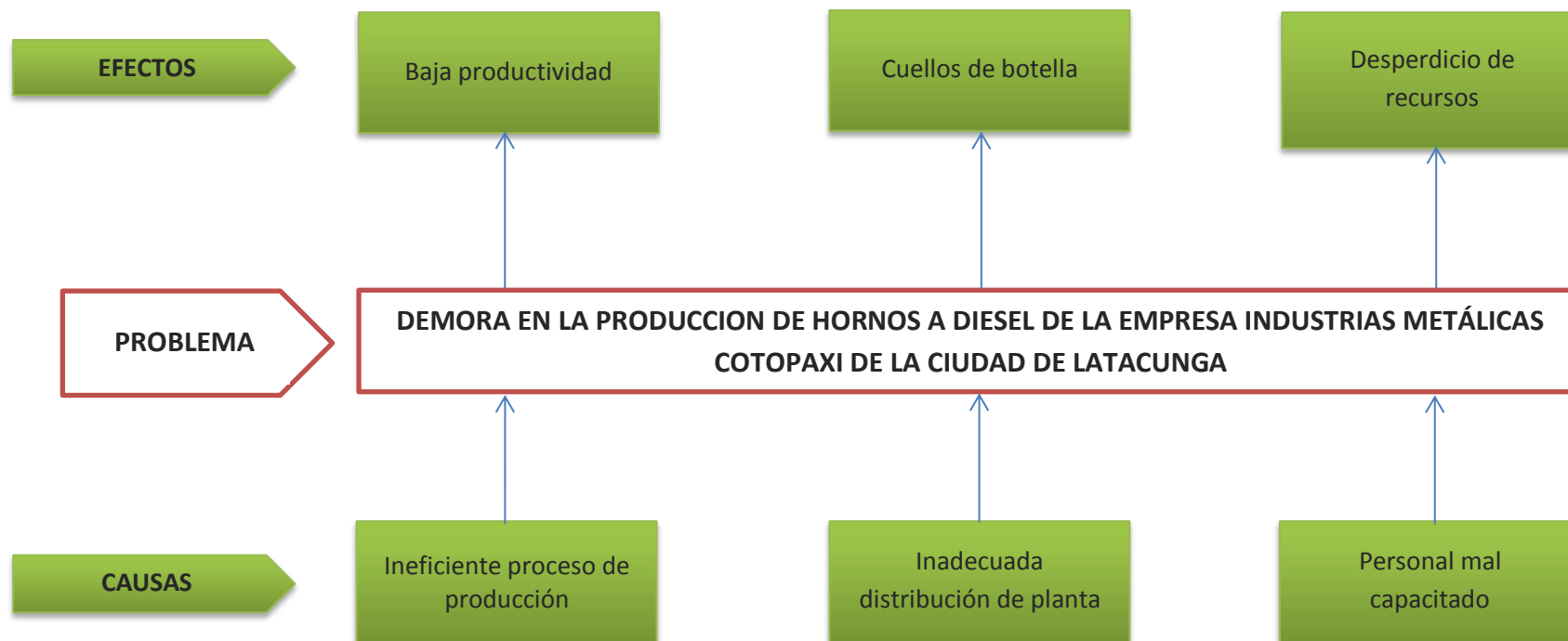
Industrias Metálicas Cotopaxi (IMC) es una empresa familiar que se asienta en el sector de Bellavista, vía al aeropuerto Km 3 de la Latacunga provincia de Cotopaxi esta empresa está constantemente preocupada por mejorar e incrementar la producción de artículos industriales enfocándose en la actualidad en la línea exclusiva de productos para panificadoras.

Los hornos de pan rotativos son el producto principal en la empresa, entre los cuales se encuentran los hornos rotativos y hornos turbo, generando una demanda alta a nivel nacional y aportando un alto ingreso de ventas para la empresa por su valor de comercialización que se encuentra entre los 9,800 \$.

Para ensamblar el lote de 8 hornos se requieren de un total de 23 trabajadores entre operarios, técnicos y supervisores dando así el producto terminado en un tiempo estimado casi 1 mes de trabajo. La fabricación de los hornos rotativos ha tenido una gran acogida en el mercado logrando alcanzar un nivel de ventas en el año 2015.

Por lo mismo se realizará un estudio para poder determinar el estado actual de los procesos de elaboración y así proponer soluciones para lograr mejorar la producción.

## Árbol de Problemas



**Figura N°.1: Árbol de Problema**  
Elaborado por: Joffre Calvopiña.

## **Antecedentes Investigativos**

Realizado un recorrido por los repositorios de las principales bibliotecas virtuales de las universidades del Ecuador, se encontró que existen temas con cierta similitud al presente estudio, de los cuales se hace mención a continuación.

En la Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, carrera de Ingeniería Industrial, existe una tesis cuyo tema es: **“Estudio de tiempos y movimientos del proceso productivo para el diseño de un plan de producción en la sección hornos rotativos de la empresa industria metálica Cotopaxi”**, Nelson Alomoto (2014).

Los recursos de la línea del proceso que se utiliza para la fabricación de hornos rotativos se aprovecharán y se manejarán con mayor responsabilidad optimizando tiempos de producción, operación de maquinaria, mano de obra y sobre todo mejorar la calidad del producto.

Las tareas eliminadas ayudaran a la línea de producción maximizando, con el tiempo ahorrando se enfocará en producir más piezas que conforman el horno rotativo.

Es necesario socializar los planos y la estructuración del Horno Rotativo a los operarios esto evitará los reprocesos por falta de información y mejoras en las actitudes de los operarios.

Diseñar e implementar programas de mantenimiento industrial tanto preventivo como Correctivo a todos los dispositivos mecánicos basados en la aplicación del checklist con la finalidad de mantener y detectar anomalías en la maquinaria productiva de la planta.

Mediante el análisis del proceso de producción, por el método de tiempos y movimientos se pudo reducir tiempos muertos que eran innecesarios en la producción además se identificó que la distribución de planta no es la apropiada para la producción.

**En la Escuela Politécnica Nacional, Escuela de formación de tecnólogos, carrera de procesos de producción mecánica existe una tesis cuyo tema es: "Estandarización de los procesos de fabricación Rosero – Metalmecánica"** Quiyupangui Asimbaya (2014).

La utilización de normas y estándares de calidad dentro de las pequeñas empresas ayudan noblemente a mejorar la calidad de sus productos de fabricación debido a que la exigencia en la calidad, acabado es sumamente alta y esto le hace muy competitivas a nivel de grandes empresas que exportan a nivel mundial.

La estandarización es muy necesaria cuando se van a realizar producción repetitiva ya que con ello se logra conocer en donde están los cuellos de botella, donde es el punto débil de producción o de baja calidad para luego de identificarlo atacar este punto y mejorarlo.

Para lograr que una pequeña empresa produzca productos de calidad siempre hay que cambiar la mentalidad de los operarios, debido a que ellos son los que están fabricando, y como es el aporte que este tendrá con su correcto funcionamiento, otra manera de concientizar al personal para que realice sus trabajos con calidad es haciéndoles sentir parte de la empresa, que ellos son el corazón de la misma.

Para alargar la vida útil de las fresas y de las brocas se recomienda la utilización de la maquina afiladora, debido a que esta ayuda notablemente, dejando los ángulos de ataque de las fresas con una inclinación optima de trabajo que la se podría obtener con la realizada a pulso.

En el torneado cuando se utilicen pastillas de tungsteno se debe tener mucho cuidado de golpearlas ya que son de gran dureza y se las utiliza para trabajar a alta temperatura, altas velocidades, estas son muy frágiles y cualquier golpe por más pequeños que sea le hará que se despostille, y perder un inserto de estos sin haberlo trabajado, implica pérdidas económicas.

Si no está entendible el procedimiento especificado en las hojas de plan de procesos, se debe pedir una aclaración sobre el procedimiento ya que si se lo realiza por intuición o como se piense que está bien hacerlo, podría causar algún defecto a la

pieza trabajada y esto implica aplicar correcciones, tiempo extra de trabajo y salirse de los procedimientos establecidos.>

La estandarización de los procesos nos aportara a tener una base documentada del proceso de los hornos, para posteriormente mediante el estudio del proceso mejorar la productividad de la empresa, además facilitara como guía para el nuevo personal que ingrese a la planta.

**En la Escuela Politécnica Nacional, Escuela de formación de tecnólogos, carrera de procesos de producción mecánica existe una tesis cuyo tema es:" Estandarización de las líneas de producción del taller de mecánica industrial de la empresa eléctrica Quito S.A" Viracocha Iza (2013).**

Todo proceso es susceptible de mejora siempre y cuando esta mejora se realice con las herramientas adecuadas, en las condiciones más apropiadas considerando todos los factores que podrían afectar al proceso de estudio.

Lo ideal cuando se diseña el flujo de procesos es la linealidad total, lo que implica que se necesita un espacio físico acorde a dicha distribución la mejor solución para la redistribución de procesos es necesariamente acomodarse a las restricciones y situaciones reales de la empresa, tanto en estructura física como en equipos, tratando de disponer de estas para encontrar la mejor distribución posible que permita obtener el mejor flujo del proceso con la menor cantidad de costos posibles.

La estandarización de los procesos mejora los tiempos de producción a través de la aplicación de herramientas de control de calidad como lo son hojas de trabajo, diagramas de recorrido y flujogramas, optimizando el tiempo requerido para fabricar un herraje, pero hay que tener en cuenta que si desea mantener los resultados obtenidos es necesario continuar aplicando las 5S.

Es de suma urgencia implementar un plan de mantenimiento preventivo y correctivo para toda la maquinaria del taller debido a que muchas de ellas ya sobrepasaron su tiempo de vida útil por lo que requieren de mayores cuidados operativos para su funcionamiento.

La reubicación del taller a un lugar más adecuado y amplio permitiría mejorar los tiempos de producción, eliminaría retrasos e interrupciones no necesarias consiguiendo encontrar una distribución ideal de la maquinaria, lo que mejoraría en mucho los tiempos de producción ya establecidos.

Se recomienda implementar un área de galvanizado, esto permitiría obtener mejores resultados, se reducirían costos y se podría pensar en aumentar el número de operadores ayudando de alguna mejora el déficit de empleo en el Ecuador.>

La estandarización de los procesos nos aportara en el mejoramiento de los tiempos de la producción conjuntamente con las 7 herramientas de la calidad que nos ayudaran analizar las causas principales y así buscar soluciones de mejora.

**En la Universidad Politécnica Salesiana, Facultad de ingeniería industrial, carrera de ingeniería industrial existe una tesis cuyo tema es: “Propuesta de estudio para mejorar los procesos productivos en la sección metal mecánica, fabrica INDUGLUB” Agustín (2012).**

Es muy importante definir los problemas que afectan al proceso productivo por esta razón es de suma importancia dedicar tiempo a la fase de análisis de mapeo de flujo de valor ya que esta filosofía nos indica a nos permite visualizar como fluye el proceso, nos permite ver las fuentes y orígenes del desperdicio nos permite elaborar estrategias de mejoras focalizándose en lo más impactante para la meta de la empresa.

Todos los problemas encontrados al momento de analizar flujo, deben ser neutralizados mediante las herramientas y procedimientos que contienen los nuevos sistemas de manufactura. En esta tesis se mencionan sistemas de producción en línea teoría de las restricciones (TOC), y lean Manufacturing.

Mediante el análisis de mapeo de flujo de valor futuro y la propuesta de 5s en los puestos de trabajo de la sección metalmecánica, se estableció una lista que permite mejorar el flujo de la sección, metalmecánica.

## **Justificación**

El **impacto** que se visualiza en la siguiente estudio realizado, es eficiente, ya que nos ayudara a identificar los procedimientos de la producción para el horno rotativo a diésel de 16 bandejas y verificar si cuenta con un flujo acorde al proceso de elaboración para así verificar su productividad actual, mediante el estudio realizado en la empresa se determinara si existen dificultades al existir demasiado residuos de materiales así como la distancia entre cada uno de los departamentos, con este sondeo permitirá identificar cual es el tiempo real de cada una de las actividades que ejecuta para la fabricación de hornos elaborado en la Industrias Metálicas Cotopaxi.

La **importancia** del presente estudio consiste en analizar el proceso de producción de la empresa, para determinar si el proceso tiene una manera organizada y mediante la utilización de técnicas e instrumentos se realizara el cálculo respectivo de los diferentes modelos de producción, así como también las mediciones de cada una de las actividades, estableciendo los recursos que intervienen para la fabricación de los hornos, bajando el índice de residuos de los materiales, para así mejorar los procesos de producción y ser más eficientes en la empresa Industrias Metálicas Cotopaxi.

La **utilidad teórica** del estudio tendrá una real importancia para la empresa, ya que solo contaba con un estudio de tiempo y movimientos, pero en la actualidad el producto a sufrido cambios significativo tanto en el proceso, mano de obra como maquinaria exigiendo a la empresa una actualización, que permitirá tanto al gerente, jefe de planta, jefe de producción y operarios conocer de mejor manera el proceso actual con la implementación de una estandarización del mismo, la cual permitirá conocer la producción real de la empresa y establecer su productividad, lo cual llevara a conseguir muchos beneficios para la empresa.

Los **beneficiarios** será toda la población que interviene en la empresa I.M.C quienes constataran el tiempo real de cada una de las actividades al monto de estandarizar el proceso, el efecto que tendrá la aplicación permitirá a la empresa incrementar su producción y lograr ser más eficientes.



## **Objetivos**

### **Objetivo General**

- Estudiar el proceso de producción de hornos a diésel y su incidencia en la productividad en la empresa de “Industrias Metálicas Cotopaxi” de la ciudad de Latacunga.

### **Objetivos Específicos**

- Determina la situación actual del proceso de productivo de hornos de la empresa de Industrias Metálicas Cotopaxi de la ciudad de Latacunga.
- Determinar el índice de productividad actual de la empresa de Industrias Metálicas Cotopaxi aplicando indicadores de producción.
- Proponer una alternativa de solución al problema identificados en la presente investigación.

## **CAPÍTULO II**

### **METODOLOGÍA**

#### **Área de Estudio**

#### **Delimitación del Objeto de estudio**

**Dominio:** Ciencias aplicadas y Corporación.

**Línea:** Producción y productividad.

**Campo:** Ingeniería Producción e Ingeniería Industrial.

**Área:** Proceso Producción.

**Aspecto:** Producción y Productividad.

**Periodo de análisis:** Marzo – Junio 2016.

#### **Enfoque de la investigación**

La investigación será cualitativa - cuantitativa, cuantitativa porque se considerará elementos propios de la productividad como la eficacia y eficiencia, pues se plantea un problema concreto de elementos propios, permitiendo efectuar mediciones numéricas, porcentajes, teorías comprobadas, y cualitativa porque utiliza recolección de datos, registros, de forma exploratoria, como características y consecuencias del proceso observadas subjetivamente, accediendo a encontrar una solución al problema desde un análisis de realidad dinámica del proceso.

La actual investigación se constituye bajo el modelo critico-propositivo, tomando en cuenta la finalidad de la investigación propuesta, la de comprender el problema, emparejar posibles potencialidades de mejora, descubriendo las necesidades de los implicados en beneficio de la empresa, ya que este modelo propicia la elaboración

de varias realidades socialmente construidas en la correlación entre sujeto y objeto que se indaga, se pretende una participación activa, mediante interacción transformadora sobre el objeto que consistirá en proponer técnicas o alternativas innovadoras para mejorar el desarrollo productivo de la empresa.

### **Justificación de la Metodología**

Se utiliza el estudio **Bibliográfica Documental** porque creemos que los documentos bibliográficos son de gran importancia y aportan al estudio, además toda la información indispensable para la investigación será tomada de cualquier tipo de documento, los cuales constituyen una unidad de análisis, y aportaran a la investigación con bases técnicas para localizar información relevante, toda la investigación, estos documentos nos generara una renovación y mejoramiento de la información permitiéndonos mejorar el estudio que se está realizando en la empresa Industrias Metálicas Cotopaxi y así analizar los índices para la producción.

### **Investigación de campo**

El estudio se efectuará en la empresa determinando la situación actual de la empresa Industrias Metálicas Cotopaxi mediante la observación directa de los procesos, con la finalidad de recolectar información real del área de producción, para lo cual se aplicarán encuestas, entrevista al jefe de producción, mediciones de tiempos de producción y levantamiento del proceso de producción, que posteriormente nos permitirá tomar decisiones para el mejorar el proceso de producción de los hornos rotativos de 16 bandejas.

### **Investigación correlacional**

Mediante este estudio podremos determinar la relación positiva o negativa que pueda existir entre la variable dependiente y la independiente, analizando, así como los procesos de producción inciden en la productividad, además se podrá detectar los factores que definan los comportamientos que nos llevan a implantar el ¿por qué? del problema.

## Población y muestra

### Objeto de Estudio

Actualmente la empresa Industrias Metálicas Cotopaxi, cuenta con un total de 80 trabajadores, pero para el estudio se tomará solo el personal que trabaja en la sección de hornos, lo cual viene a ser una población de 23 trabajadores que se detalla en la siguiente tabla.

**Tabla 1: Población de la empresa**

<b>DETALLE</b>	<b>NUMERO</b>
Supervisor de Producción	1
Jefe de área Hornos	1
Jefe de área Cnc	1
Operador punzonadora y plasma	1
Operadores de montacargas	1
Técnico eléctrico	2
Supervisor de S.S.O	1
Auxiliar de S.S.O	1
Operarios	14
<b>TOTAL</b>	<b>23 trabajadores</b>

**Elaborado por:** Joffre Calvopiña

**Fuente:** Investigación de campo

Analizando la tabla de trabajadores se evidencia que el número de elementos es inferior a 100, por lo cual se trabajaría con el total sin que exista la necesidad de obtener una muestra, Por lo tanto, la investigación se realizara con los 23 trabajadores que laboran en la sección de Hornos.

## OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

**Variable Independiente:** Procesos de Producción de Hornos rotativos a diésel

**Tabla 2: Operacionalización de la variable Independiente**

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Interrogantes	Técnicas	Instrumentos
Son sistemas entrelazados que convierten las entradas (materia prima) en salidas (Bienes o servicios) mediante un proceso que agrega valor al proceso.	Sistemas entrelazados	Maquinas Materia prima Mano de obra	¿Existe maquinaria que permita la satisfacer la demanda? ¿Los proveedores surten de materia prima de calidad? ¿Los colaboradores de la empresa identifican cada una de las actividades del proceso?	Encuesta a los operarios de la sección de hornos de la empresa I.M.C  Entrevista	Cuestionario Guía de entrevista Histórico de producción Diagrama de Bloques. Diagrama de proceso Diagrama de flujo
	Bienes o servicios	Producto	¿La producción actual de la empresa satisface la demanda actual del mercado?	Observación	Diagrama de recorrido Matriz de Observación

**Elaborado por:** Joffre Calvopiña

**Fuente:** Investigación de campo

## OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

**Variable Dependiente:** Productividad de la empresa Industrias Metálicas Cotopaxi

**Tabla 3: Operacionalización de la variable Dependiente: Productividad**

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Interrogantes	Técnicas	Instrumentos
Concordancia existente entre de la <b>producción</b> referente a los <b>recursos utilizados</b> , mientras sea menor el tiempo utilizado para obtener un producto o servicio, será más productivo	Producción	Número de hornos producidos al mes	¿La productividad de la empresa es alta? ¿Se realizan control de inventarios de producción?	Observación Tiempos de producción	Hoja de registro de producción. Hojas de cálculo de tiempo promedio Hojas de cálculo de tiempo normal
	Recursos utilizados	Planchas de tol	¿Los colaboradores son capacitados frecuentemente?	Encuesta	Hojas de cálculo de tiempo estándar
		Motores	¿La empresa facilita la inversión para mejorar la maquinaria de la planta?		Cuestionario
		Electrodos	¿La actual empresa cuenta con una adecuada distribución de planta?		

**Elaborado por:** Joffre Calvopiña

**Fuente:** Investigación de campo

## Obtención y análisis de Datos.

### Plan para la Recopilación de Información

Tabla 4: Preguntas Básicas

PREGUNTAS BÁSICAS		EXPLICACIÓN
1. ¿Para qué?		Para determinar cada uno de los objetivos planteados
2. ¿De qué personas u objetos?		Personal de la sección de Hornos y personas que se adhieren en la producción de los hornos.
3. ¿Sobre qué aspectos		Producción de Hornos a diésel
4. ¿Quién, ¿quiénes?		Investigador: Joffre Calvopiña Segovia
5. ¿Cuándo?		Marzo – Junio 2016
6. ¿Dónde?		Empresa de Industrias Metálicas Cotopaxi
7. ¿Cuántas veces?		Las muestras necesarias hasta identificar la realidad de la empresa
8. ¿Qué técnicas de recolección?		Observación. Análisis Encuesta Entrevista
9. ¿Con qué?		Guía de entrevista Hoja de registro de producción. Cuestionario Ficha de producción Diagrama de proceso Diagrama de flujo Diagrama de Bloques. Diagrama de recorrido Matriz de Observación
10. ¿En qué situación?		En situación normal de producción

Elaborado por: Joffre Calvopiña

Fuente: Investigación Directa.

### **Aplicación de técnicas de recolección de información.**

Para procesar y analizar la información de la presente investigación procederemos a realizarlo de la siguiente manera:

#### **Entrevista y encuestas.**

Se realizó una entrevista a Ing. Stalin Proaño jefe de producción de Industrias Metálicas Cotopaxi y a su vez, una encuesta a los operarios de la sección de hornos con el objetivo levantar información que no ayude a tener un panorama claro de la situación actual de los procesos productivos de la empresa y aplicarlos en el presente estudio investigativo.

#### **Observación.**

Una vez recorrido el área de producción de los hornos se pudo identificar los diferentes puestos de trabajo, analizando así detenidamente las actividades que impiden una mejor producción los cual nos ayudara para proponer soluciones de mejora al proceso de manufactura.

### **Aplicación de los instrumentos de recolección de información.**

Los instrumentos aplicados para la recolección de la información son los siguientes:

Encuestas a operarios del área de hornos.

Entrevista con el jefe de producción.

Observación del proceso general de producción de hornos.

Matriz de observación



## **Hipótesis**

**H1:** La investigación del proceso de producción del horno rotativo de 16 bandejas incide en la productividad de la empresa “Industrias Metálicas Cotopaxi” de la ciudad de Latacunga en el año 2016.

**H0:** La investigación del proceso de producción del horno rotativo de 16 no incide en la productividad de la empresa “Industrias Metálicas Cotopaxi” de la ciudad de Latacunga en el año 2016.

## **Señalamiento de variables**

### **Variable Independiente**

Proceso de producción del horno rotativo de 16 bandejas.

### **Variable Dependiente**

Productividad de la empresa Industrias Metálicas Cotopaxi.

### **CAPÍTULO III**

#### **DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN**

Para la ejecución del presente estudio, se realizó la encuesta a los integrantes operativos de la sección de hornos así como al jefe de producción de la empresa “Industrias Metálicas Cotopaxi”, para ejecutar un análisis de cada una de las incidencias que presenta la empresa a la realidad que vive día a día, en estudio con cada uno de los actores que inciden en el proceso de producción de hornos a diésel, para realizar la validación de la hipótesis se utilizó la distribución T-student, para posteriormente verificar la hipótesis, Esto nos permitió tomar decisiones para aceptar si la hipótesis incide o no incide en la productividad.

Para la resolución del estudio, se requirió indagar en la empresa “Industrias Metálicas Cotopaxi”, para visualizar y verificar todo el proceso de fabricación del hornos a diésel, además se entrevistó al jefe de producción con el fin de obtener referencias del proceso de fabricación del horno a diésel, esto nos posibilitara comprender el proceso productivo, y a su vez podremos analizar la ficha de producción del último año para precisar cuál es la productividad actual en la empresa y cuál es su índice, y a su vez establecer cuál sería la mejora que se aplicara a la empresa para incrementar su producción y productividad.

## Estudio de la situación actual de la empresa

INDUSTRIA METÁLICA COTOPAXI (I.M.C) Es una empresa familiar que inicia su actividad en el año de 1983 fundada por el sr. Aníbal Culqui, durante su trayectoria, esta ha venido evolucionando considerablemente iniciando con un pequeño taller metalmecánico, donde producían a pequeña escala, puerta enrollable, paneles prensados y cocinas industriales. Los últimos años incrementa en sus filas personal calificado para iniciar un nuevo proceso de manufactura a gran escala. I.M.C lidera el campo cotopaxense, con la producción de una línea de productos para panificadoras, siempre perfeccionando sus diseños y mejorando los estándares de calidad de sus productos, que le han permitido hasta la actualidad mantenerse entre los líderes en productos panificadores, dando así plazas a trabajadores de la zona y mejorando la productividad de la provincia y del país.

## Mapa de procesos



**Figura N° 2: Macroprocesos I.M.C**

**Elaborado por:** Joffre Calvopiña

**Fuente:** Investigación de campo

Al elaborar el mapa de proceso de la empresa Industrias Metálicas Cotopaxi, se puede determinar de mejor manera los procesos gobernantes o de gerencia, los procesos de apoyo, y el proceso central de fabricación, con los cuales establecemos la línea de investigación para el presente proyecto.

## Caracterización de los procesos.



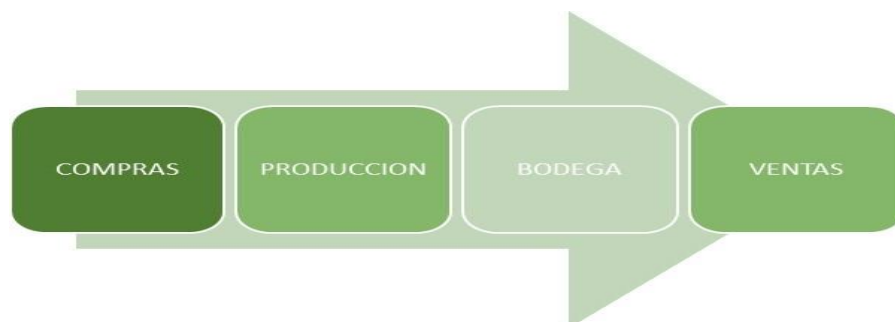
**Figura N° 3: Caracterización de procesos**

Elaborado por: Joffre Calvopiña

Fuente: Investigación de campo

## Desagregación del proceso.

Al realizar la desagregación de los procesos de la línea del proceso central de producción podremos evidenciar fácilmente cual en la cadena de valor.



**Figura N° 4: Cadena de valor I.M.C**

Elaborado por: Joffre Calvopiña

Fuente: Investigación de campo

La desagregación del proceso central de producción de la empresa “Industrias Metálicas Cotopaxi”, permitirá conocer de mejor manera cada uno de los diferentes departamentos involucrados en el proceso con el objetivo de conocer la productividad actual de la empresa mediante el estudio del proceso de producción del horno a diésel.

### **Análisis de cada una de las actividades de la elaboración de hornos a diésel de en la empresa “Industrias Metálicas Cotopaxi”.**

La empresa “Industrias Metálicas Cotopaxi”, actualmente elabora hornos a diésel mediante 12 procesos y 75 subprocesos hasta llegar a obtener el horno ensamblado, durante la ejecución del proceso intervienen nueve departamentos de la empresa en las cuales se realizan diferentes actividades.

Luego de una entrevista con el Jefe de producción de la empresa el Ing. Stalin Proaño, se fijó lo más relevante que se ejecuta en cada actividad del proceso, lo que por consiguiente nos ayudará a elaborar el diagrama de flujo, de procesos y de recorrido del proceso del horno a diésel, luego se realizó la toma de tiempos, de las actividades del proceso, mediante la técnica de regresión a cero para fijar el tiempo estándar de todas las actividad que se ejecutan en la elaboración del horno rotativo de 16 bandejas.

Por consiguiente, analizaremos cada uno de los procesos principales que se realizan en la empresa hasta llegar a tener el horno listo para su comercialización.

### **Proceso para la elaboración de hornos a diésel en la empresa “Industrias Metálicas Cotopaxi”.**

#### **Recepción de materia prima:**

La materia prima principal llega en 2 formas, bobinas y chapas de acero negro y acero mate principalmente de 2 y 3 mm de espesor las cuales son ingresadas a bodega por medio de un montacargas debido a su peso, con la cual se formarán la mayoría de piezas para el horno, a esto se implementan accesorios como perfilaría en acero inoxidable, sistemas eléctrico, vidrio templado, motores, sistema de

combustión, pernos, retenedores, rodamientos, tubería en acero inoxidable, lana de vidrio, y el sistema para el control de la temperatura.

### **Corte general de la materia prima**

Como parte principal e inicial del proceso de fabricación de los hornos es el corte de las bobinas en la cizalla hidráulica según el tamaño necesario, estas bobinas son transportadas a la maquina desarrolladora y a su vez pasa por la baroladora que cumple la función de enderezar a la lámina de acero para que ingrese a la cizalla cumpliendo las especificaciones para cada tipo de tamaño del horno que se vaya a fabricar, se procede a cortar para luego transportarlas a las estanterías donde estarán codificadas y listas para su uso.

### **Corte de la materia prima:**

En esta etapa según el tamaño del horno que se desea fabricar seleccionaremos el espesor y el tipo de material de la chapa, para espesores menores a 3 mm se procede a transportarlas a la cizalla hidráulica aquí se cortan un 70 % de las partes para el horno y para espesores mayores de 3mm se procederá a transportar a la cortadora plasma con lo cual estarán listas todas las piezas para ser llevadas al siguiente subproceso.

### **Trazado:**

Continuando con el proceso ya cortada las piezas, se procede a trazar la chapa, perfilaría y tubería, manualmente para la base del horno como punto principal y todas las piezas que conformaran parte del horno, se soldarla los perfiles en los lugares trazados y se formara la parte principal que será el cimientto del horno.

### **Punzonado y despuntado:**

Este proceso va a la par con el trazado ya que en la maquina punzonadora también se realiza trazado computarizado, en este proceso se selecciona el diseño de punzonado que se va a realizar según el tamaño de la chapa esta máquina ya posee los diseños de las piezas lo que no ayuda a que el proceso fluya rápidamente, se punzonaran las piezas que fueron cortadas en la cizalla hidráulica, el operador

seleccionara el diseño, y procederá a configurar la máquina para colocar la chapa en la punzonadora y esta automáticamente perforara luego se despuntara manualmente quitando los residuos innecesarios.

### **Plegado:**

Luego de ser punzonadas todas las piezas del horno se procede a transportar a la plegadora todas las partes, en esta sección se configurará la maquina según el espesor de la lámina punzonada y se procederá a plegar las piezas, esta máquina tiene la capacidad de almacenar el diseño del pliegue lo cual automáticamente mantendrá una secuencia de dobles para luego ser trasladadas al área de ensamble.

### **Elaboración de accesorios:**

Esta etapa inicia después de corte de los materiales, se procede a fabricar los elementos que formaran parte en el ensamble, las piezas que se fabrican son el caldero, la caja para foco, el sistema de desfogue interno, visera para el horno y la elaboración de la cámara de circulación de aire estas piezas estarán listas para trasladarlas a la zona de ensamble general.

### **Ensamblado:**

Llegado a este punto todas las piezas cortadas dobladas, punzonadas y los accesorios se comenzarán a ensamblar dando forma al horno, pero a su vez se probarán los diferentes sistemas principales que conforman el horno, comenzando por base, parantes interiores, se colocara la puerta, el vidrio, antes de soldar las partes exteriores se insertara la lana de vidrio, luego se procederá a poner las poleas motores y todo el sistema eléctrico, además del sistema térmico ya finalizado el horno quedara listo para las pruebas pertinentes.

### **Control de calidad:**

Ya ensamblado totalmente el horno se procede hacer las pruebas control de calidad iniciando por la verificación de la placa de identificación, verificar que el encendido y apagado total del master es correcta, el encendido de los dos focos es correcta, encendido del ventilador, el tiempo de la alarma este bien programada, (probar con

1 min), la temperatura de la válvula de vapor sea la correcta, la apertura de la puerta y accionamiento del micro, la manija de la puerta este bien calibrada, centrado de la uña, determinar que el ingreso del coche sea correcto, estado del moto reductor y moto ventilador, colocado de la señalética, el ajuste de cables borneras y colocación de regleta, que este totalmente limpio por dentro y por fuera y finalmente que la superficie externa no tenga ningún desperfecto.

### **Pruebas piloto:**

Ya realizado el control de calidad se procede hacer la prueba general de todo el horno calentándolo para verificar que funcionen todos sus componentes y no existan fallas si pasa la prueba el horno estará listo para su limpieza final y pasa al siguiente proceso.

### **Embalado:**

Ya realizado el control de calidad y las pruebas del horno se procede a limpiar con soplete a pulir y quitar los adhesivos del horno para empezar a embalar en este proceso intervienen dos personas, con el rollo de plástico envolverán al horno para que por consiguiente el montacargas lo transporte a la bodega.

### **Almacenado:**

Finalmente, los hornos embalados son transportados mediante el montacargas a la zona de espera según el propósito estos pueden ser de entrega inmediata o fabricación para almacenamiento, en la entrega inmediata se subirán al camión y será enviado a s destinatario con técnico que instalaran el horno y capacitaran al usuario, pero cuando se fabrica para almacenaje se llevara a bodega para su almacenamiento.



**Análisis de la encuesta realizada a cada uno del personal operativo de la sección de hornos de la empresa “Industrias Metálicas Cotopaxi”.**

1.- ¿Considera usted que las materias primas están bien utilizadas?

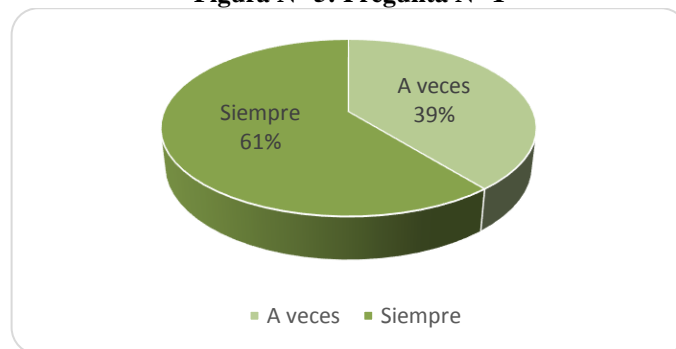
**Tabla N° 5 Materias primas utilizadas**

CATEGORIA	PUNTUACION	TOTAL %
A veces	9	39%
Siempre	14	61%
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>100%</b>

**Elaborado por:** Joffre Calvopiña

**Fuente:** Investigación de campo

**Figura N° 5: Pregunta N° 1**



**Elaborado por:** Joffre Calvopiña

**Fuente:** Investigación Directa

### **Análisis**

La grafica refleja que el 39% de los trabajadores encuestados manifiestan que a veces mientras que un 61% menciona que siempre es bien utilizada la materia prima.

### **Interpretación.**

Para que el proceso no genere desperdicios y por ende no exista retrasos por el mal procesamiento de la materia prima, la empresa debería capacitar, a los operarios además de realizar un programa de mantenimiento para la maquinaria, esto evitara que no existan fallas en cortes, doblados y punzonados agilizando el flujo del proceso.

**2.- ¿Conoce usted las actividades que realiza en el proceso de fabricación de los hornos?**

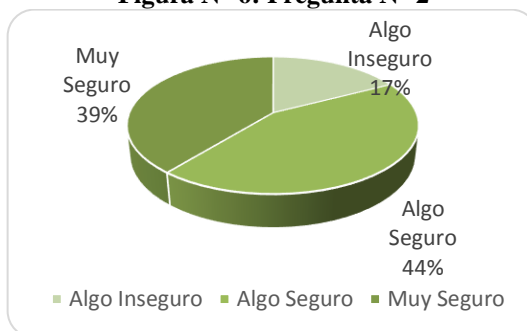
**Tabla N° 6: Proceso de manufactura**

CATEGORIA	PUNTUACION	TOTAL %
Algo inseguro	4	17%
Algo seguro	10	43%
Muy seguro	9	39%
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>100%</b>

**Elaborado por:** Joffre Calvopiña

**Fuente:** Investigación de campo

**Figura N° 6: Pregunta N° 2**



**Elaborado por:** Joffre Calvopiña

**Fuente:** Investigación Directa

### **Análisis**

La grafica refleja que el 17% de los trabajadores encuestados, están algo inseguros sobre el proceso de manufactura de los hornos, el 44% están algo seguros y el 39% están muy seguros de conocer las actividades que se realizan para elaborar el horno.

### **Interpretación.**

Es importante que los operarios conozcan perfectamente la actividad que tienen a cargo para que el proceso de producción fluya normalmente además de una capacitación de la maquinaria, esto contribuirá a que no se generen retrasos como desperdicio de material, daños en maquinaria y accidentes en el trabajo.

### 3.- ¿La empresa cuenta con equipos imprescindibles en la fabricación de los hornos?

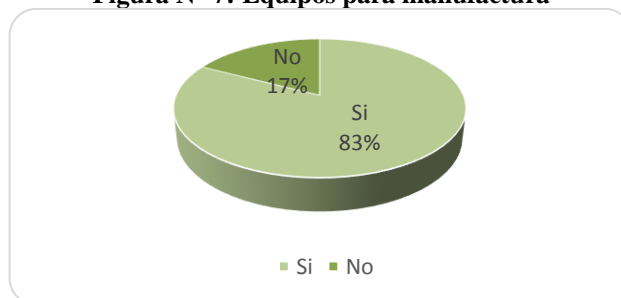
**Tabla N° 7: Equipos para manufactura**

CATEGORIA	PUNTUACION	TOTAL %
Si	19	83%
No	4	17%
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>100%</b>

**Elaborado por:** Joffre Calvopiña

**Fuente:** Investigación de campo

**Figura N° 7: Equipos para manufactura**



**Elaborado por:** Joffre Calvopiña

**Fuente:** Investigación de campo

#### **Análisis**

El 17% de los operarios entrevistados, dicen que la empresa no cuenta con los equipos necesarios para desarrollar su trabajo y un 83% nos dicen que la empresa si posee la maquinaria y herramientas necesarias.

#### **Interpretación.**

Para que la producción se cumpla con lo programado y pueda fluir correctamente la empresa debe contar con la maquinaria y herramientas necesaria para cada sub proceso, además a esto podemos acotar que con una tecnología de vanguardia se podría mejorar los tiempos de producción y reduciría recursos.

**4.- ¿Piensa usted que el personal actual es suficiente para cubrir la producción?**

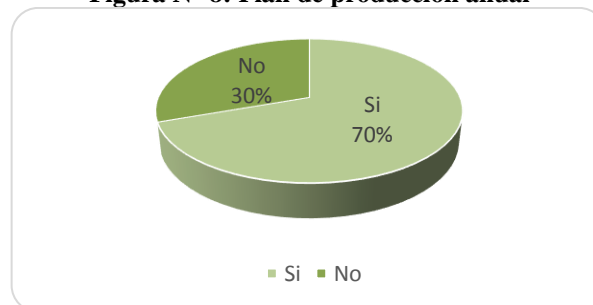
**Tabla N° 8: Plan de producción anual**

CATEGORIA	PUNTUACION	TOTAL %
Si	16	70%
No	7	30%
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>100%</b>

**Elaborado por:** Joffre Calvopiña

**Fuente:** Investigación de campo

**Figura N° 8: Plan de producción anual**



**Elaborado por:** Joffre Calvopiña

**Fuente:** Investigación de campo

### **Análisis**

El 30% de los operarios entrevistados, nos dicen que la empresa no cuenta con el personal suficiente para elaborar la producción de los hornos y un 70% menciona que la empresa si posee el personal necesario para la producción de los hornos.

### **Interpretación.**

Es importante contar con el personal necesario para cubrir las actividades pertinentes para la producción del horno, y no solo lo necesario si no a la vez capacitado para que puedan cumplir su función a cabalidad y con un flujo que no presente inconformidades.

**5.- ¿Cree usted que la ubicación de la maquinaria facilita la fabricación de los hornos?**

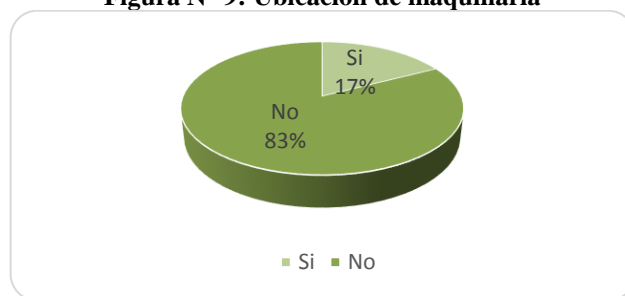
**Tabla N° 9: Ubicación de maquinaria**

<b>CATEGORIA</b>	<b>PUNTUACION</b>	<b>TOTAL %</b>
Si	4	17%
No	19	83%
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>100%</b>

**Elaborado por:** Joffre Calvopiña

**Fuente:** Investigación de campo

**Figura N° 9: Ubicación de maquinaria**



**Elaborado por:** Joffre Calvopiña

**Fuente:** Investigación de campo

### **Interpretación.**

El 83% de los operarios afirman que la maquinaria está mal ubicada para seguir el flujo correcto del proceso mientras que el 17% de los operarios dice que no afecta en el proceso la ubicación de las máquinas y las herramientas.

### **Análisis.**

Es de gran importancia la distribución correcta de la maquinaria según el flujo que requiera el proceso, ya que podemos conseguir un orden adecuado y un excelente manejo de los espacios de trabajo, máquinas y herramientas, así lograremos reducir los tiempos, espacios y costos.

**6.- ¿Al momento del ensamble las piezas fabricadas encajan perfectamente sin necesidad de ser modificadas?**

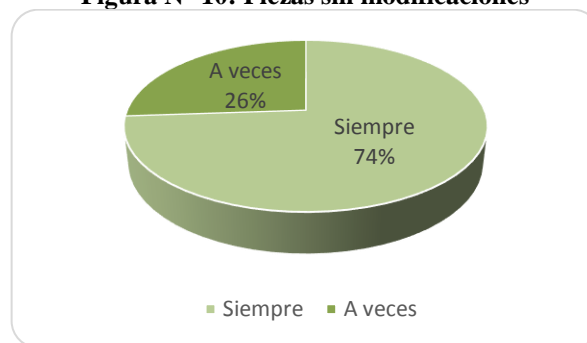
**Tabla N° 10: Piezas sin modificaciones**

CATEGORIA	PUNTUACION	TOTAL %
Siempre	17	74%
A veces	6	26%
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>100%</b>

**Elaborado por:** Joffre Calvopiña

**Fuente:** Investigación de campo

**Figura N° 10: Piezas sin modificaciones**



**Elaborado por:** Joffre Calvopiña

**Fuente:** Investigación de campo

**Análisis.**

El 26% de los trabajadores manifiestan que a veces coinciden algunas piezas y es necesario modificarlas para que encajen, mientras que el 74% restante afirman que las piezas siempre encajan perfectamente y no necesitan ser modificadas.

**Interpretación.**

Es muy importante que las piezas cortadas tanto en la cizalla, la punzonadora y el plasma cumplan con un rango de tolerancia para que al momento de ensamblarlas concuerden perfectamente cumpliendo estándares de calidad y principalmente esto nos ayudara a que el proceso siga su curso y no necesite de reprocesos y desperdicios.

### **Entrevista:**

Concluida la entrevista con el Ing. Stalin Proaño jefe de producción de la empresa Industrias Metálicas Cotopaxi nos pudo manifestar lo siguiente a las preguntas formuladas

#### **1.- ¿Considera usted que la materia prima está bien utilizada?**

Podría decir que la materia prima está bien utilizada en un 70 % y el 30 % de la materia prima son residuos que se reciclan o se venden debido a que en el proceso se fabrican hornos pequeños, medianos y gran tamaño tamaños.

#### **2.- ¿Conoce usted todo el proceso de fabricación de los hornos?**

Actualmente el proceso de fabricación que se ejecuta dentro de la empresa es de mi total conocimiento, por ser jefe de producción debo estar netamente interrelacionado con el proceso que permitirá tener una mejor coordinación con el personal de producción que está a mi cargo para un mejor desenvolvimiento del personal en la planta

#### **3.- ¿La empresa cuenta con maquinaria y herramientas necesarias para la elaboración de los hornos?**

Actualmente la empresa cuenta con maquinaria para la fabricación del producto, cabe mencionar que la maquinaria que está en operación ya ha cumplido con su vida útil por lo cual se a repotenciado a la mayoría de los equipos con la finalidad de darle mayor uso.

#### **4.- ¿Piensa usted que el personal actual es suficiente para cubrir la producción?**

En ocasiones cuando existe gran de manda en el mercado el personal tiene que realizar jornadas dobles para poder cubrir con la demanda del mercado para lo cual el personal colabora con la empresa.

**5.- ¿Cree usted que la ubicación de la maquinaria facilita la fabricación de los hornos?**

La inadecuada distribución de planta con la que cuenta actualmente la empresa no facilita el normal desenvolvimiento de los operarios dentro de la planta, para lo cual sería muy beneficio realizar una nueva redistribución con el objetivo de aprovechar de mejor manera el espacio de la planta.

**6.- ¿Al momento del ensamble las piezas fabricadas encajan perfectamente sin necesidad de ser modificadas?**

El acople de cada una de las piezas que forman parte del producto final, debe ser exacto para posteriormente evaluar un control de calidad minucioso el cual permitirá establecer la garantía del horno y calificar la calidad de producto de la empresa.

**Resumen o conclusiones de la entrevista**

Realizando un análisis entre las respuestas de los operarios y el jefe de producción se puede concluir que la empresa I.M.C requiere de una actualización de levantamiento de procesos ya que los procesos de fabricación de los hornos rotativos a diésel han sufrido cambios durante los últimos 5 años tanto en el diseño del producto como en la adquisición de maquinaria lo cual conlleva a que los procesos cambien.

Para lo cual se ha procedido a realizar un nuevo estudio para identificar cuellos de botella, demoras, tiempos improductivos para eliminar procesos que sean innecesarios y no nos generan valor. Con el estudio podremos tener una base investigativa real de la situación actual de la empresa.



### **Matriz de observación**

La matriz de observación nos ayuda a describir todos los aspectos que se suscitan en la empresa, estas se obtienen mediante la observación de campo en sus distintas realizadas a los, operarios, insumos, infraestructura, tecnología, producto terminado y el proceso productivo. Esta a su vez le Proporciona al investigador un panorama más claro sobre la realidad que se vive en la empresa. El propósito es comparar la información recolectada de las encuestas realizadas a los operarios de la sección de hornos y la entrevista realizada al jefe de producción de la empresa, con la guía respectiva implantado por el investigador el mismo que afirma las distintas variables para encontrar los posibles problemas en el proceso de producción de los hornos rotativos de 16 bandejas.

#### **Dónde:**

**S:** Siempre

**A:** A veces

**N:** Nunca

**Tabla N° 11:** Matriz de Observación

OBSERVACION DIRECTA				
ASPECTOS A OBSERVAR	Evidencia			OBSERVACIONES EXTRAS
	S	AV	N	
OBREROS				
Los obreros cumplen con el procedimiento correcto de la produccion		x		
Se ha capacitado apropiadamente a los trabajadores en la utilizacion de maquinaria e instrumentos para la elaboracion de los hornos	x			
MATERIA PRIMA				
La materia prima llega a tiempo		x		
Se utiliza materia prima de calidad aceptable	x			
INFRAESTRUCTURA				
La planta brinda la seguridad apropiada para el trabajo de los obreros	x			
La planta brinda los servicioos basicos necesarios para laborar en correcto orden	x			
MAQUINARIA				
Se cuenta con la maquinaria optima para elaborar hornos de forma eficaz	x			
La maquinaria de la planta esta descontinuada		x		
PRODUCTO TERMINADO				
Se a recibido devoluciones de unidades o lotes por defectos		x		
Se paraliza la produccion por corregir defectos		x		
PROCESOS PRODUCTIVOS				
El proceso productivo funciona correctamente		x		
Existen cuellos de botella	x			

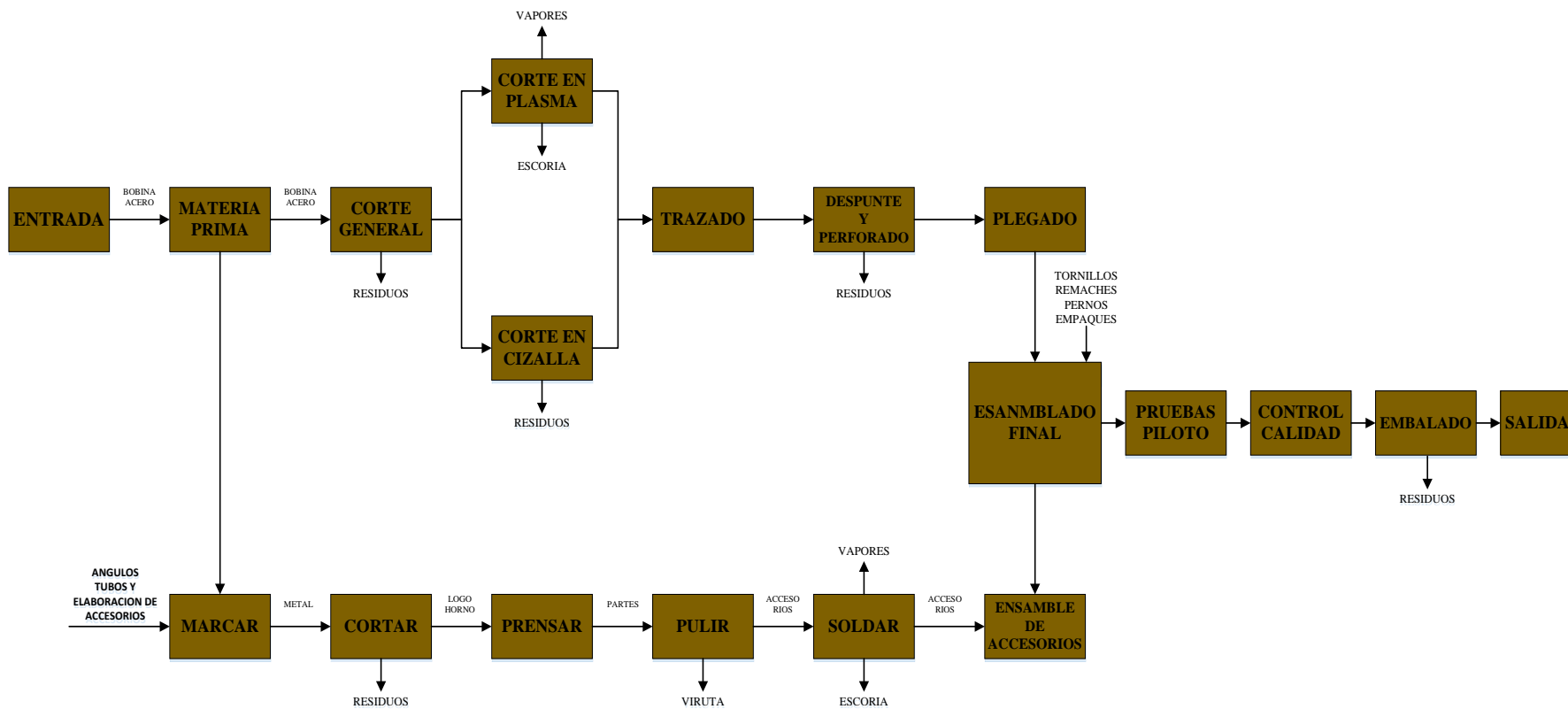
**Elaborado por:** Joffre Calvopiña

**Fuente:** Cabrera, 2012

Realizado y calificado el matriz de observación, determinamos que ciertos parámetros no se cumplen lo cual impide el normal funcionamiento de la empresa para poder realizar el producto, actualmente la empresa debe tomar en cuenta estos lineamientos cuando se realice una propuesta de solución.

### **Diagrama de bloques**

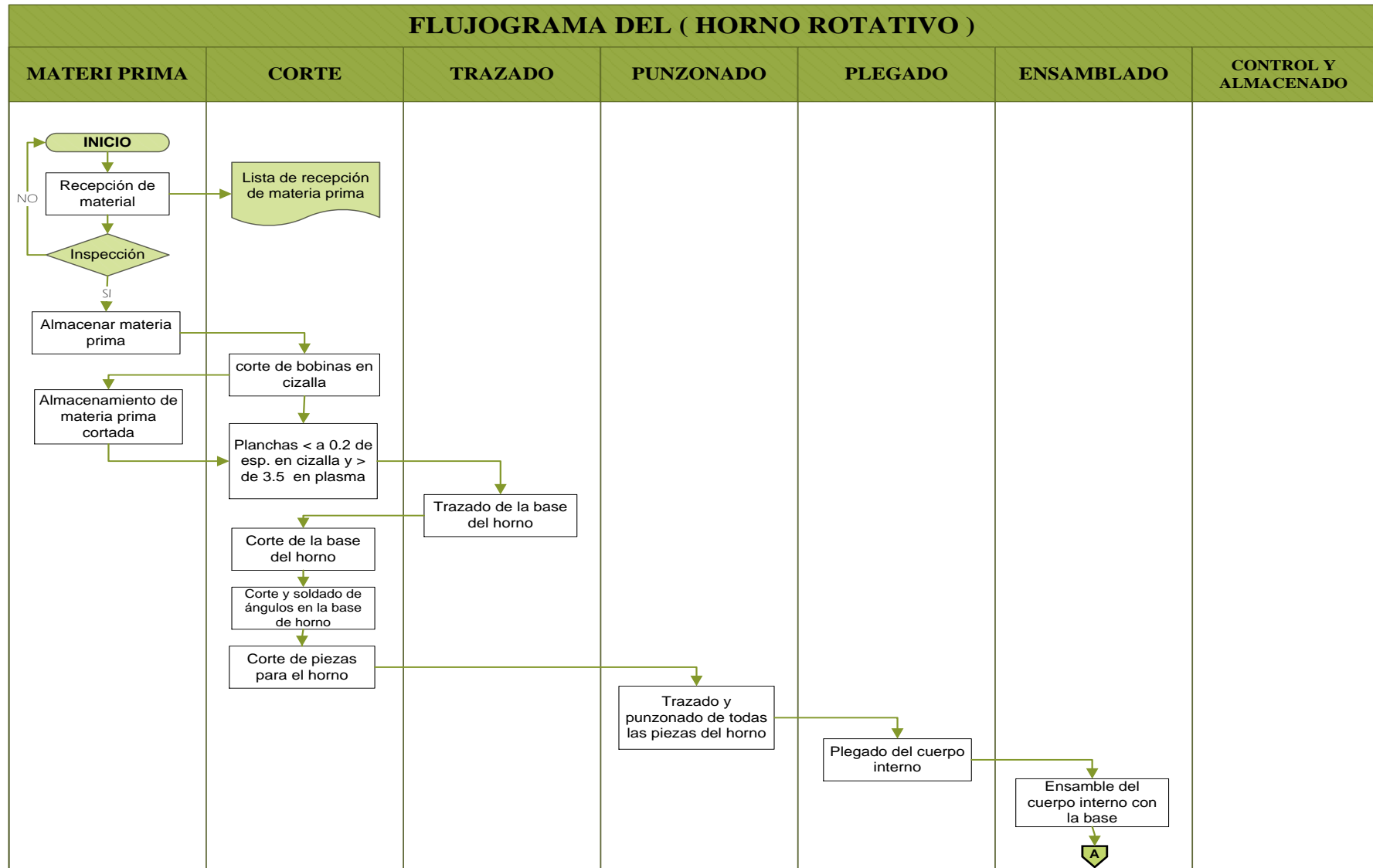
El diagrama de bloques es un instrumento que permite conocer de una manera breve y sencilla el proceso de producción estableciendo cada una de las principales actividades que se ejecutan durante el proceso de producción este diagrama tienen una representación en forma de bloques para cada una de las actividades teniendo una secuencia lógica.

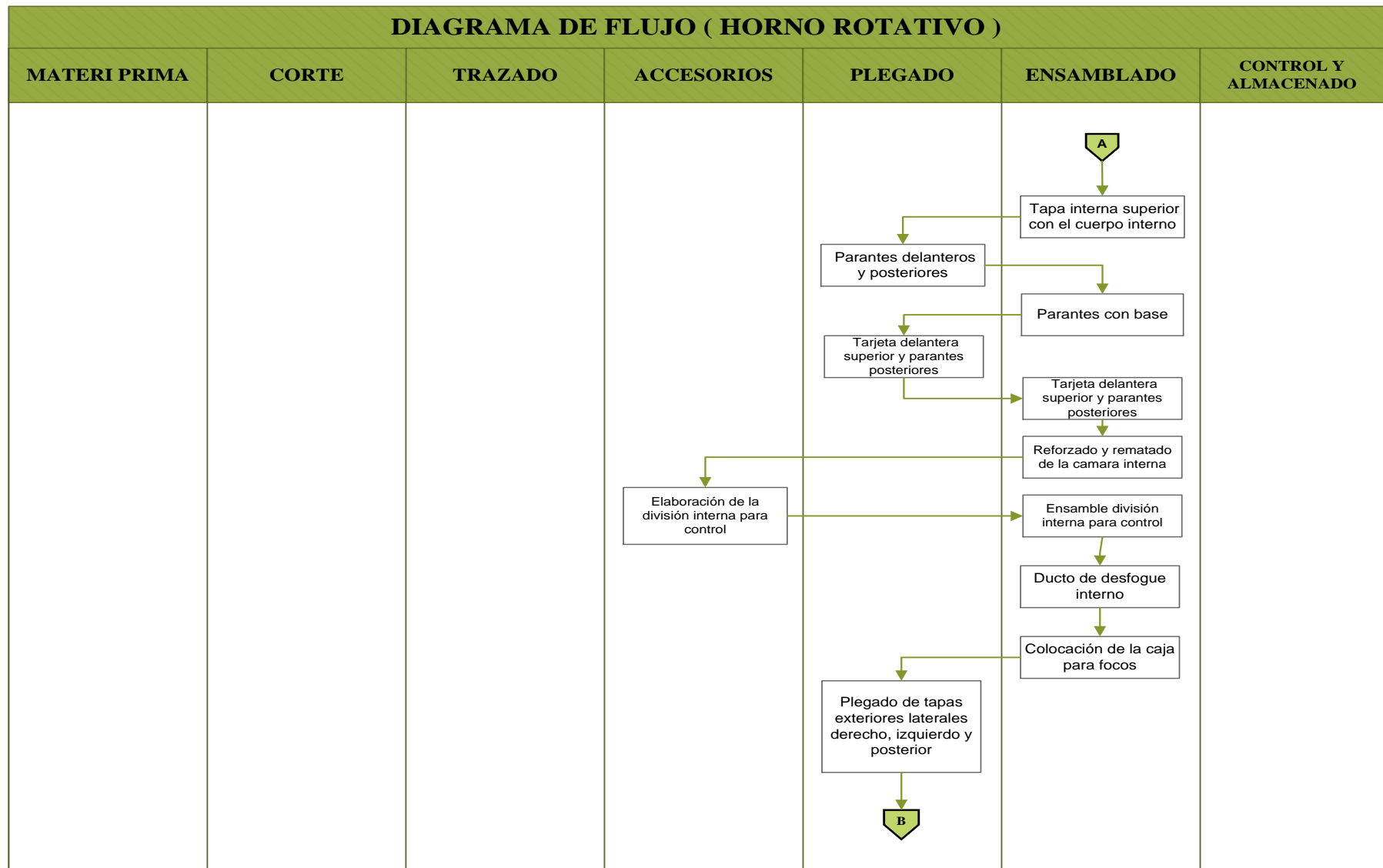


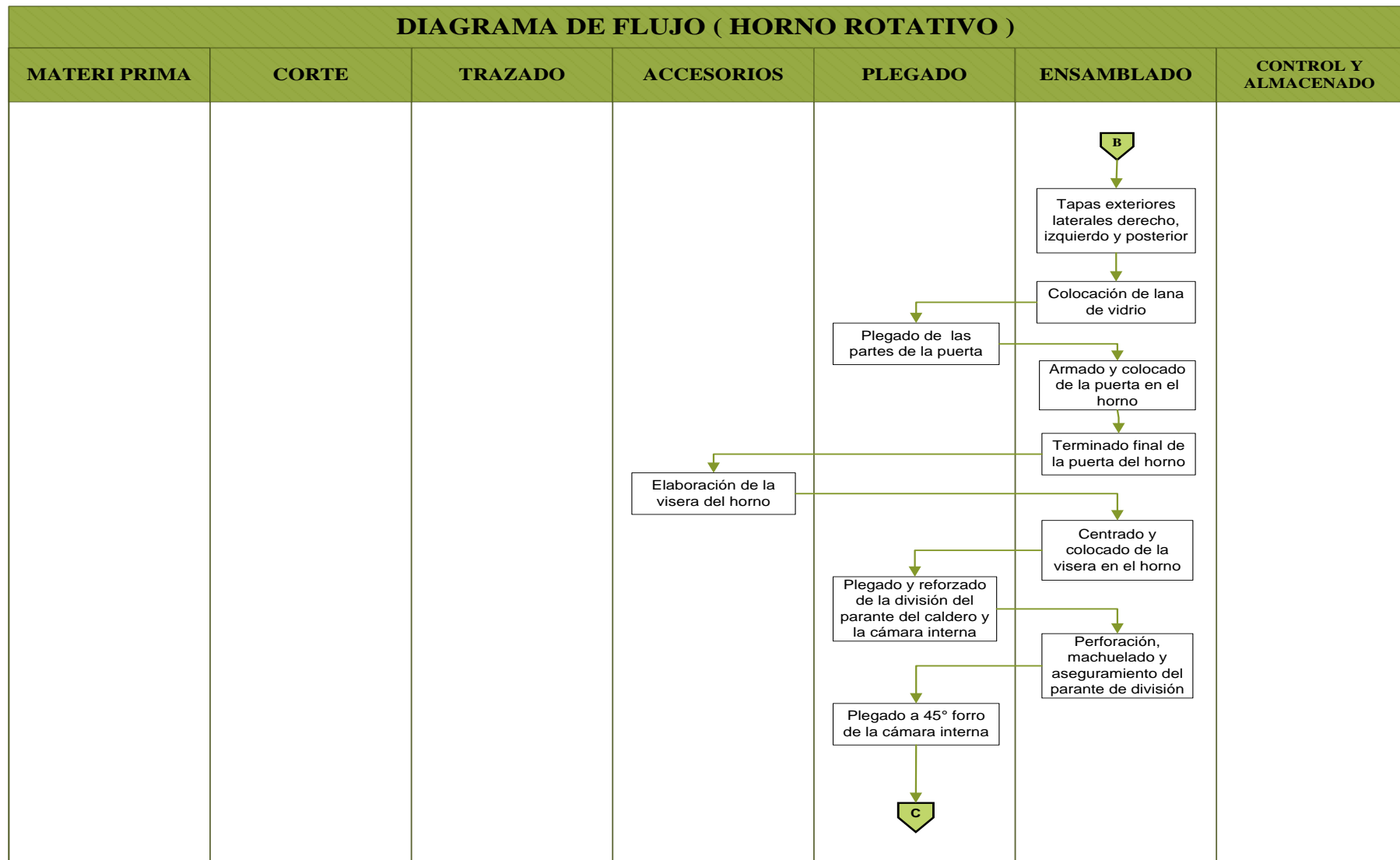
**Figura N° 11: Diagrama de Bloques**  
**Elaborado por:** Joffre Calvopiña  
**Fuente:** Investigación Directa

### **Diagrama de flujo**

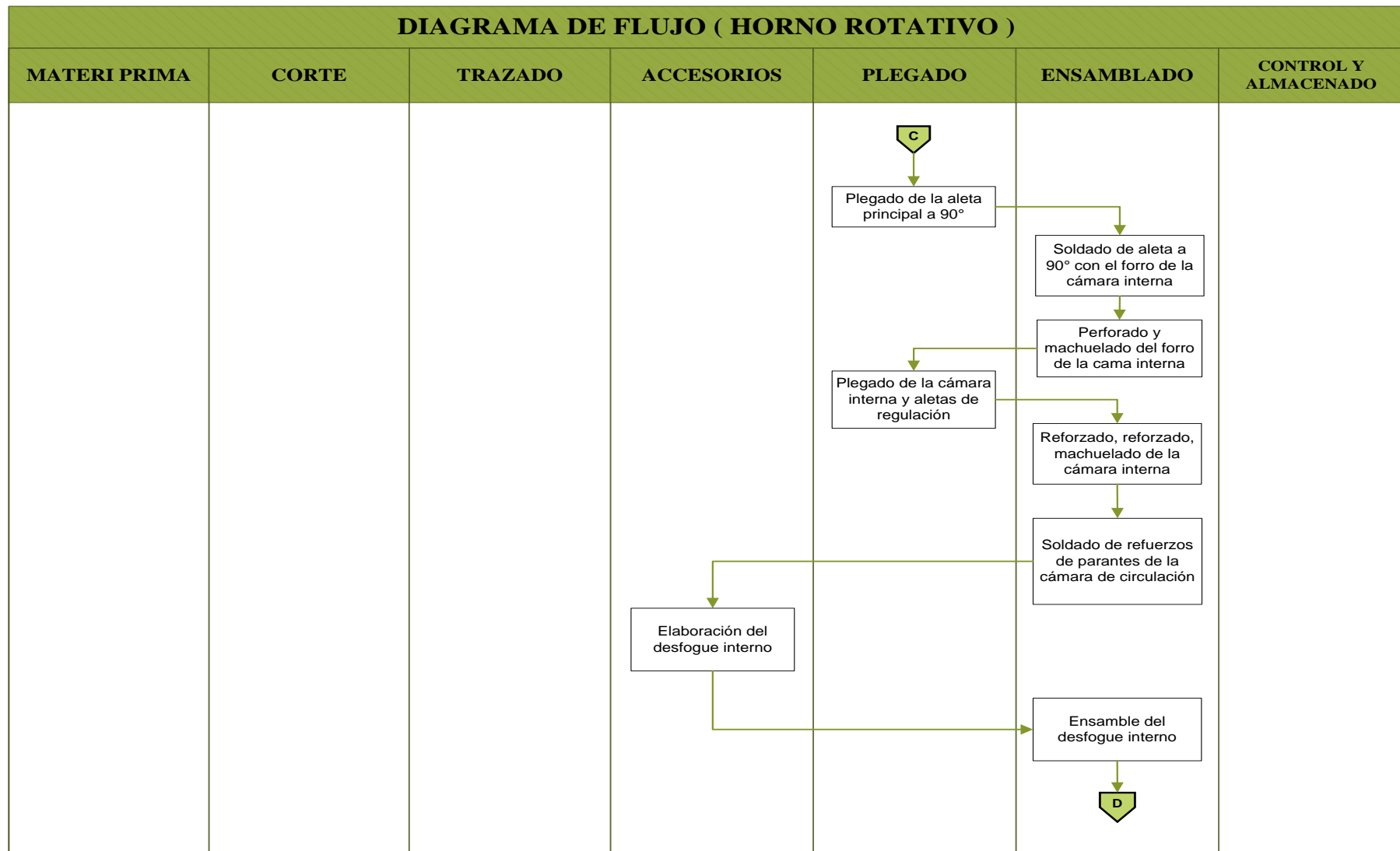
El diagrama de flujo es un instrumento que nos permite conocer de una manera más detallada el proceso de producción en las cuales intervienen cada una de las actividades principales y actividades secundarias que se ejecutan en los procesos, de una manera ordenada, se establece la relación entre cada uno de los diferentes departamentos que intervienen en el proceso, en las cuales se toma como referencia los controles de calidad, inspecciones así como documentos que ingresan durante el proceso dándonos una visión de la realidad del proceso.

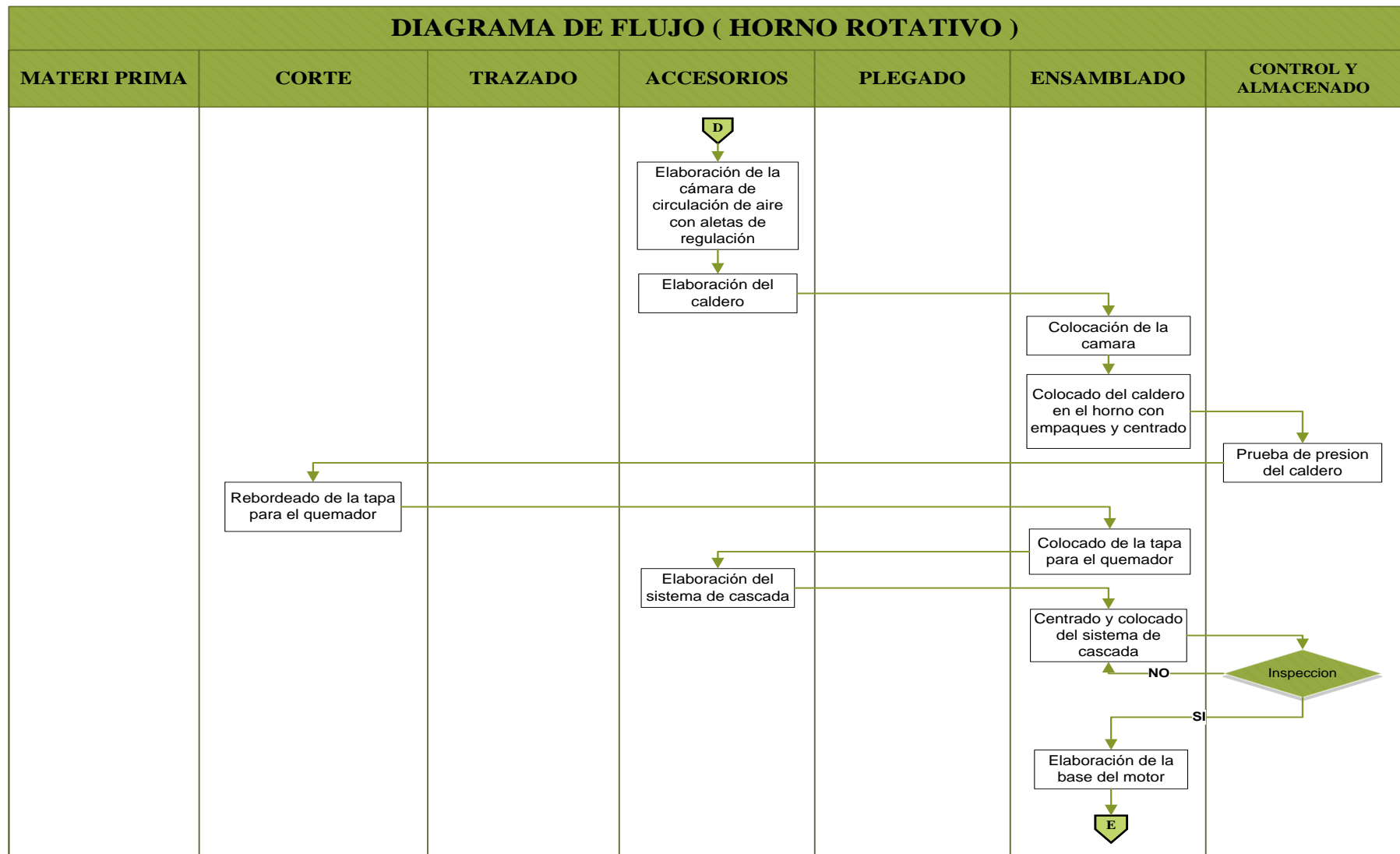


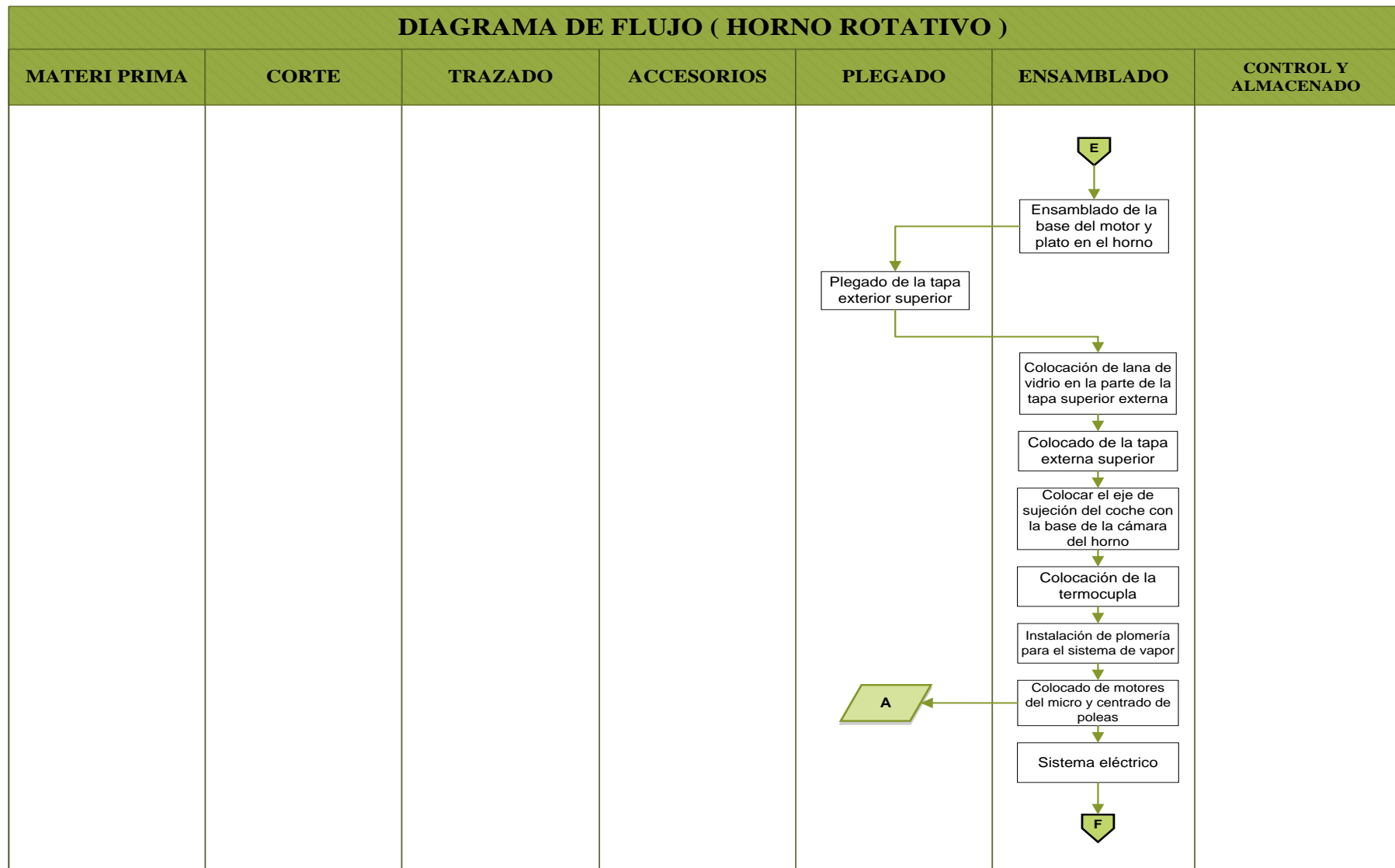















**Figura N° 12:** Diagrama de Flujo  
**Elaborado por:** Joffre Calvopiña  
**Fuente:** Investigación de campo

## Diagrama de Procesos

DIAGRAMA DE PROCESOS												
Elaborado : Calvopiña Segovia Jofre			Diagrama N°: 1			<div></div> <div>ACTIVIDADES</div>						
Fecha : 13/06/2016			Modelo: Actual									
Proceso: Fabricación de horno rotativo			Lugar: Seccion hornos									
●			Operaciones									
➡			Transporte									
■			Inspeccion									
▼			Almacenamiento									
D			Demora									
Lugar:			Area de fabricacion de hornos									
N°	Distancia en m	Tiempo en min	SIMBOLOS DEL DIAGRAMA					Manual	Automatico	Maquina	Personas	DESCRIPCION DEL PROCESO
			ACTIVIDADES									
			●	➡	■	▼	D					
1	0	8,1	●					x		M1	3	Recepción de la materia prima
2	0	7,5			■			x			1	Inspección de la materia prima
3	71	2,6		➡				x		M1	2	Trasporte de la materia prima a bodega
4	0	3,7				▼		x	x	M1	3	Almacenamiento de materia prima en la bodega
5	29	3,11		➡				x		M1	1	Trasporte de bobinas a el área de corte
6	29	9,6				▼		x		M1	1	Almacenamiento de planchas cortadas a estanterías
7	27	2,9		➡				x			4	Trasporte de planchas < a 0.2 de esp. a cizalla y > a 0.4 de esp. a plasma
8	0	10,1	●					x			1	Trazado de la base del horno
9	0	12,5	●					x		A1	1	Corte de la base del horno en el plasma
10	48	1,6		➡				x			2	Transporte de la base cortada al area de ensamble
11	0	35,3	●					x			1	Cortado y soldado de angulos en la base del horno
12	0	45,8	●					x		C1	2	Corte de las piezas en la cizalla hidraulica para el horno rotativo
13	24	11,6		➡				x			1	Traslado de piezas cortadas a la punzonadora
14	0	120,3	●					x		P1	1	Corte y trazado de piezas para el horno rotativo en la punzonadora
15	0	16,8	●					x		D1	2	Plegado del cuerpo interno del horno
16	28	0,34		➡				x			1	Traslado del cuerpo interno al area de ensamble
17	0	61,9	●					x			1	Ensamblado del cuerpo interior con la base
18	28	0,56		➡				x			1	Trasporte de la tapa interna superior
19	0	18,9	●					x			1	Ensamblado de la tapa interna superior con el cuerpo interno
20	0	18,6	●					x			2	Plegado de los parantes delanteros y posteriores
21	28	1,3		➡				x			1	Traslado de parantes delanteros y posteriores
22	0	106,8	●					x			2	Ensamblado de los parantes con la base
23	0	30,4	●					x		D1	2	Plegado de la tarjeta delantera superior y parantes posteriores
24	28	0,91		➡				x			1	Traslado de la tarjeta delantera y parantes posteriores
25	0	26,6	●					x			1	Ensamblado de tarjeta delantera superior y parantes posteriores
26	0	29,9	●					x			1	Reforzado y rematado de la camara interna
27	0	15,1	●					x			1	Elaboracion de la division interna para control
28	28	0,36		➡				x			1	Traslado de la division interna para control
29	0	15,3	●					x			1	Colocacion de la divicion interna para control
30	0	14,8	●					x			1	Elaboracion del ducto de desfogue interno
31	19	0,39		➡				x			1	Traslado del ducto de desfogue interno
32	0	14,95	●					x			1	Colocacion del ducto de desfogue interno
33	0	16,1	●					x			1	Elaboracion de la caja para foco
34	28	0,38		➡				x			1	Traslado de la caja para foco
35	0	14,6	●					x			1	Colocacion de la caja para foco
36	0	59,8	●					x		D1	2	Plegado de tapas exteriores laterales derecho, izquierdo y posterior
37	28	1,35		➡				x			1	Traslado de tapas exteriores laterales derecho, izquierdo y posterior
38	0	106,3	●					x			2	Colocacion de tapas exteriores laterales derecho, izquierdo y posterior
39	0	61,6	●					x			1	Colocacion de lana de vidrio en parte laterales y posterior
40	0	24,7	●					x		D1	2	Plegado de plancha para elaboracion de la puerta

41	28	0,35						x			1	Traslado de dobles para puerta
42	0	59,2	●					x			2	Aramado y colocado de la puerta en el horno
43	0	36,3	●					x			2	Terminados de la puerta
44	0	35,1	●					x			1	Fabricacion de la bisera para el horno
45	28	0,15						x			1	Traslado de la bisera al area de ensamble
46	0	32,5	●					x			2	Centrado y colocado de la visera en el horno
47	0	9,7	●					x	DI		2	Plegado y reforzado de la divicion del parante del caldero y la camara interna
48	0	7,9	●					x			1	Perforacion, machuelado y aseguramiento del parante de divicion
49	0	3,8	●					x	DI		2	Plegado a 45° forro de la camara interna
50	0	4,6	●					x	DI		2	Plegado de la aleta principal a 90°
51	28	0,31						x			1	Traslado de forro de camara interna y aleta principal
52	0	3,6	●					x			1	Soldado de aleta a 90° con el forro de la camara interna
53	0	4,9	●					x			1	Perforado y machuelado del forro de la cama interna
54	0	10,8	●					x	DI		2	Plegado de la camara interna y aletas de regulacion
55	28	0,36						x			1	Traslado de la camara interna y aletas de regulacion
56	0	5,7	●					x			1	Reforzado, reforrado, machuelado de la camara interna
57	0	14,9	●					x			1	Soldado de refuerzos en el parante de la camara de circulacion
58	0	13,8	●					x			1	Elaboracion de desfogue interno
59	28	0,29						x			1	Traslado del desfogue interno y aletas al area de ensamble
60	0	13,8	●					x			1	Colocacion del desfogue interno y aletas
61	0	35,5	●					x			1	Elaboracion de la camara de circulacion de aire con aletas de regulacion
62	0	26,3	●					x			1	Elaboracion del caldero
62	31	3,7						x			1	Transporte de camara de circulacion y caldero
63	0	22,8	●					x			2	Colocacion de camara
64	0	57,9	●					x			2	Colocado del caldero en el horno con empaques y centrado
66	0	15,6						x			2	Prueba de presion del caldero
67	0	2,8	●					x			1	Rebordeado de la tapa para el quemador
68	0	5,7	●					x			1	Colocado de la tapa para el quemador
69	0	26,9	●					x			1	Elaboracion del sistema de cascada
70	0	22,7	●					x			2	Centrado y colocado del sistema de cascada
71	0	10,5	●					x	PI		1	Elaboracion de la base del motor
72	21	1,2						x			1	Traslado de la base del motor
73	0	48,9	●					x			1	Ensamblado de la base del motor y plato en el horno
74	0	3,58	●					x	DI		2	Plegado de la tapa exterior superior
75	28	0,32						x			1	Traslado de la tapa exterior superior
76	0	31,8	●					x			1	Colocacion de lana de vidrio en la parte de la tapa superior externa
77	0	76,9	●					x			1	Colocado de la tapa externa superior
78	0	14,8	●					x			1	Colocar el eje de sujecion del coche con la base de la camara del horno
79	0	27,3	●					x			1	Colocacion de la termocupla
80	0	47,3	●					x			1	Instalacion de plomeria para el sistema de vapor
81	0	250,2	●					x			1	Colocado de motores del micro y centrado de poleas
82	36	169,7	●								1	Sistema electrico
83	0	15,4						x			2	Inspeccion del sistema electrico y plomeria
84	0	31,7						x			2	Control de calidad y pruebas funcionamiento
85	0	13,7	●					x			2	Embalaje del horno
86	25	9,4						x	M1		2	Traslado del horno a bodega
87	0	4,9						x	M1		2	Almacenamiento
Resumen												
Actividad	Numero de veces		T(min)		TOTAL UNIDADES							
●	58		2037,2		1							
➡	22		43,5									
■	4		70,20									
●	1		-									
▼	3		18,2									
T (Distancia ) m	724				Total de actividades							
					87							
T (min)	2169,1				Tiempo total en horas							
					36,15							

**Figura N° 13: Diagrama de Procesos**  
**Elaborado por:** Joffre Calvopiña  
**Fuente:** Investigación de campo

## Diagrama de recorrido

**Tabla N° 12: Resumen Diagrama de Recorrido**

TABLA DE RESUMEN DEL DIAGRAMA DE RECORRIDO					
<b>Producto:</b> Horno rotativo			<b>Fecha:</b> 13/06/2016		
<b>Metodo:</b> Actual			<b>Empresa:</b> I.M.C		
Descripción del proceso		N°	Símbolo	Distancia (m)	Cantidad unidad
1	Recepción de la materia prima	1	●	71	1
2	Inspección de la materia prima	1	■		1
3	Trasporte de la materia prima a bodega	1	→		1
4	Almacenamiento de materia prima en la bodega	1	▼		1
5	Trasporte de bobinas a el área de corte	2	→	58	1
6	Almacenamiento de planchas cortadas a estanterías	2	▼		1
7	Trasporte de planchas < a 0.2 de esp. a cizalla y > a 0.4 de esp. a plasma	3	→	27	1
8	Trazado de la base del horno	2	●	48	1
9	Corte de la base del horno en el plasma	3	●		1
10	Transporte de la base cortada al área de ensamble	4	→		1
11	Cortado y soldado de ángulos en la base del horno	4	●		1
12	Corte de las piezas en la cizalla hidráulica para el horno rotativo	5	●	24	1
13	Traslado de piezas cortadas a la punzonadora	5	→		1
14	Corte y trazado de piezas para el horno rotativo en la punzonadora	6	●		1
15	Plegado del cuerpo interno del horno	7	●	28	1
16	Traslado del cuerpo interno al área de ensamble	6	→		1
17	Ensamblado del cuerpo interior con la base	8	●	28	1
18	Transporte de la tapa interna superior	7	→		1
19	Ensamblado de la tapa interna superior con el cuerpo interno	9	●	28	1
20	Plagado de los parantes delanteros y posteriores	10	●		1
21	Traslado de parantes delanteros y posteriores	8	→		1
22	Ensamblado de los parantes con la base	11	●		1
23	Plegado de la tarjeta delantera superior y parantes posteriores	12	●	28	1
24	Traslado de la tarjeta delantera y parantes posteriores	9	→		1
25	Ensamblado de tarjeta delantera superior y parantes posteriores	13	●		1
26	Reforzado y rematado de la camara interna	14	●	28	1
27	Elaboración de la división interna para control	15	●		1
28	Traslado de la división interna para control	10	→		1
29	Colocación de la división interna para control	16	●	19	1
30	Elaboración del ducto de desfogue interno	17	●		1
31	Traslado del ducto de desfogue interno	11	→		1
32	Colocación del ducto de desfogue interno	18	●	28	1
33	Elaboración de la caja para foco	19	●		1
34	Traslado de la caja para foco	12	→		1
35	Colocación de la caja para foco	20	●	28	1
36	Plegado de tapas exteriores laterales derecho, izquierdo y posterior	21	●		1
37	Traslado de tapas exteriores laterales derecho, izquierdo y posterior	13	→		1
38	Colocación de tapas exteriores laterales derecho, izquierdo y posterior	22	●	28	1
39	Colocación de lana de vidrio en parte laterales y posterior	23	●		1
40	Plegado de plancha para elaboración de la puerta	24	●		1
41	Traslado de dobles para puerta	14	→		1
42	Armado y colocado de la puerta en el horno	25	●		1
43	Terminados de la puerta	26	●		1

44	Fabricación de la visera para el horno	27	●	28	1
45	Traslado de la visera al área de ensamble	15	➡		1
46	Centrado y colocado de la visera en el horno	28	●		1
47	Plegado y reforzado de la división del parante del caldero y la camara interna	29	●	28	1
48	Perforación, machuelado y aseguramiento del parante de división	30	●		1
49	Plegado a 45° forro de la camara interna	31	●		1
50	Plegado de la aleta principal a 90°	32	●		1
51	Traslado de forro de camara interna y aleta principal	16	➡		1
52	Soldado de aleta a 90° con el forro de la camara interna	33	●	28	1
53	Perforado y machuelado del forro de la cama interna	34	●		1
54	Plegado de la camara interna y aletas de regulación	35	●		1
55	Traslado de la camara interna y aletas de regulación	17	➡		1
56	Reforzado, re forrado, machuelado de la camara interna	36	●	28	1
57	Soldado de refuerzos en el parante de la camara de circulación	37	●		1
58	Elaboración de desfogue interno	38	●		1
59	Traslado del desfogue interno y aletas al área de ensamble	18	➡		1
60	Colocación del desfogue interno y aletas	39	●	31	1
61	Elaboración de la camara de circulación de aire con aletas de regulación	40	●		1
62	Elaboración del caldero	41	●		1
63	Transporte de camara de circulación y caldero	19	➡		1
64	Colocación de camara	42	●		1
65	Colocado del caldero en el horno con empaques y centrado	43	●		1
66	Prueba de presion del caldero	2	■		1
67	Rebordeado de la tapa para el quemador	44	●		1
68	Colocado de la tapa para el quemador	45	●		1
69	Elaboración del sistema de cascada	46	●		1
70	Centrado y colocado del sistema de cascada	47	●	21	1
71	Elaboración de la base del motor	48	●		1
72	Traslado de la base del motor	20	➡		1
73	Ensamblado de la base del motor y plato en el horno	49	●	28	1
74	Plegado de la tapa exterior superior	50	●		1
75	Traslado de la tapa exterior superior	21	➡		1
76	Colocación de lana de vidrio en la parte de la tapa superior externa	51	●		1
77	Colocado de la tapa externa superior	52	●		1
78	Colocar el eje de sujeción del coche con la base de la camara del horno	53	●		1
79	Colocación de la termocupla	54	●		1
80	Instalación de plomería para el sistema de vapor	55	●	36	1
81	Colocado de motores del micro y centrado de poleas	56	●		1
82	Sistema eléctrico	57	●		1
83	Inspeccion del sistema eléctrico y plomería	3	■		1
84	Control de calidad y pruebas funcionamiento	4	■	25	1
85	Embalaje del horno	58	●		1
86	Traslado del horno a bodega	22	➡		1
87	Almacenamiento	3	▼		1
RESULTADO TOTAL				724	1

**Elaborado por:** Joffre Calvopiña

**Fuente:** Investigación de campo



**Tabla N° 13:** Resumen del diagrama de recorrido

<b>RESUMEN</b>		
<b>PROCESO DE MANUFACTURA</b>	<b>TIPO ACTIVIDADES</b>	<b>N°</b>
<b>FABRICACIÓN DE HORNOS ROTATIVOS A DIESEL</b>	Operaciones	58
	Transportes	22
	Inspecciones	4
	Demoras	1
	Almacenamientos	3
	<b>TOTAL</b>	<b>87</b>
	TTP (min)	Valor en (horas)
	<b>2169,1</b>	<b>36 horas 15 minutos</b>

**Elaborado por:** Joffre Calvopiña

**Fuente:** Alfredo Neira (Técnicas de medición del trabajo)

## La Productividad

Una de las soluciones que se puede dar para que Industrias Metálicas Cotopaxi pueda incrementar la utilidad es intensificando su productividad. Entendemos por aumento en la utilidad como la capacidad que tiene la empresa sobre la unidad de trabajo.

$$\textbf{Productividad} = \frac{\text{Productos Obtenidos}}{\text{Insumos invertidos}}$$

**Elaborado por:** Joffre Calvopiña

**Fuente:** (W. Edwards Deming, 1989)

Para obtener resultados de la productividad actual con la que cuenta la empresa Industrias Metálicas Cotopaxi, primero se debe establecer el cálculo de cada uno de los tiempos de cada actividad del proceso y conocer su tiempo promedio, normal y tipo.

Estos cálculos se procederán a realizar de forma individual para cada una de las actividades y sub actividades, a continuación, se detallará de mejor manera cada uno de las diferentes hojas de cálculo que se ha realizado para esta investigación.

### **Tiempo promedio por actividad**

Para determinar la situación actual del proceso de fabricación de hornos rotativos a diésel, se determinará aplicando una matriz que nos permitirá calcular el tiempo promedio para cada una de las actividades del proceso y estableciendo el tiempo total promedio del proceso de producción.

La fórmula para el cálculo del tiempo promedio de cada actividad se detallará a continuación:

$$TP = \frac{\sum TA}{N} \text{ Ec. 1}$$

#### **Dónde:**

TP: Tiempo promedio

TA: Tiempo por actividad

N: Número de las mediciones

**Tabla N° 14: Tiempo promedio elaboración de horno**

<b>TIEMPO MEDIO</b>													
<b>N°</b>	<b>Descripción del proceso</b>	<b>Tiempo en minutos</b>										<b>Sumatoria</b>	<b>Promedio</b>
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>		
<b>1</b>	Recepción de la materia prima	8,1	8	9,1	7,8	7,5	8	7,5	8	9,1	8,1	81,2	8,1
<b>2</b>	Inspección de la materia prima	7,5	7	8	7,5	7	7,5	8	7	8	7	74,5	7,5
<b>3</b>	Trasporte de la materia prima a bodega	2,6	2,7	2,6	2,6	2,5	2,5	2,6	2,7	2,8	2,8	26,5	2,7
<b>4</b>	Almacenamiento de materia prima en la bodega	3,7	3,7	3,5	3,2	3,7	3,7	3,7	3,5	3,6	3,8	36,1	3,6
<b>5</b>	Trasporte de bobinas a el área de corte	3,11	3,10	3,1	3,11	3,9	3,11	3,9	3,12	3,11	3,10	32,7	3,3
<b>6</b>	Almacenamiento de planchas cortadas a estanterías	9,6	9,4	9,4	9,6	9,6	9,5	9,9	9,6	9,5	9,5	95,6	9,6
<b>7</b>	Trasporte de planchas < a 0.2 de esp. a cizalla y > a 0.4 de esp. a plasma	2,9	2,7	2,9	2,8	2,8	2,9	2,9	2,6	3	3	28,5	2,9
<b>8</b>	Trazado de la base del horno	10,1	10	10	10,1	9,9	10,1	10	10,2	10,2	10	100,6	10,1
<b>9</b>	Corte de la base del horno en el plasma	12,5	12,1	12,2	12	12,5	12,5	12,2	12,7	12,5	12,1	123,3	12,3
<b>10</b>	Transporte de la base cortada al área de ensamble	1,6	1,6	1,4	1,5	1,5	1,5	1,6	1,5	1,7	1,6	15,5	1,6
<b>11</b>	Cortado y soldado de ángulos en la base del horno	35,3	35	35	35,3	35,2	35,3	35,5	35,3	35	35,2	352,1	35,2
<b>12</b>	Corte de las piezas en la cizalla hidráulica para el horno rotativo	45,8	45,6	45,8	45,5	45,5	45,9	45,8	45,8	45,8	45,7	457,2	45,7
<b>13</b>	Traslado de piezas cortadas a la punzonadora	11,6	11,6	11,5	11,6	11,8	11,6	11,7	11,7	11,7	11,6	116,4	11,6
<b>14</b>	Corte y trazado de piezas para el horno rotativo en la punzonadora	120,3	120	120	120,2	120,3	120,2	120,2	120,3	120,5	120,5	1202,5	120,3
<b>15</b>	Plegado del cuerpo interno del horno	16,8	16,5	16,8	17	17	16,8	16,7	16,8	17	17	168,4	16,8
<b>16</b>	Traslado del cuerpo interno al área de ensamble	0,34	0,34	0,34	0,33	0,34	0,32	0,32	0,33	0,32	0,35	3,3	0,33
<b>17</b>	Ensamblado del cuerpo interior con la base	61,9	62	62,1	61,8	61,9	62	61,8	61,8	61,9	61,8	619,0	61,9
<b>18</b>	Transporte de la tapa interna superior	0,56	0,60	0,57	0,57	0,56	0,54	0,56	0,60	0,60	0,55	5,1	0,57
<b>19</b>	Ensamblado de la tapa interna superior con el cuerpo interno	18,9	18,8	18,9	19,00	19,1	18,9	18,9	19	18,8	19	189,3	18,93
<b>20</b>	Plegado de los parantes delanteros y posteriores	18,6	18,9	18,9	18,6	18,7	19	18,7	18,7	19	19,1	188,2	18,82
<b>21</b>	Traslado de parantes delanteros y posteriores	1,3	1,6	1,5	1,3	1,3	1,5	1,6	1,6	1,4	1,3	14,4	1,4
<b>22</b>	Ensamblado de los parantes con la base	106,8	107	108,0	108,2	107,5	108,5	106,7	108,7	109,2	108,5	1079,1	107,9
<b>23</b>	Plegado de la tarjeta delantera superior y parantes posteriores	30,4	30,6	30,5	30,8	30,6	30,6	30,9	31	30,5	31	306,9	30,7
<b>24</b>	Traslado de la tarjeta delantera y parantes posteriores	1,51	1,60	1,75	1,55	1,80	1,79	1,64	1,8	2	1,92	17,4	1,7
<b>25</b>	Ensamblado de tarjeta delantera superior y parantes posteriores	26,6	27	27,4	28,4	27,5	27,4	27,4	26,9	27,3	28,9	274,8	27,5

26	Reforzado y rematado de la camara interna	29,9	31	29,9	30,6	32	31,8	32,1	30,9	32,3	32	312,5	31,3
27	Elaboración de la división interna para control	15,1	15,9	16,6	17,1	16,5	17,5	15,7	15,9	16,7	17,3	164,3	16,4
28	Traslado de la división interna para control	0,36	0,40	0,42	0,39	0,45	0,41	0,42	0,42	0,45	0,38	4,1	0,4
29	Colocación de la división interna para control	15,3	16,1	17,5	15,9	16,4	16,5	15,8	17,3	17,2	16,8	148,0	16,4
30	Elaboración del ducto de desfogue interno	14,8	15,3	16,5	17	17	16,4	15,1	15	16,6	16,5	160,2	16,0
31	Traslado del ducto de desfogue interno	0,39	0,38	0,39	0,41	0,40	0,39	0,41	0,41	0,40	0,39	3,6	0,4
32	Colocación del ducto de desfogue interno	15	15	15,8	16,6	16	15	14,99	15,7	16,6	16,5	157,1	15,7
33	Elaboración de la caja para foco	16,1	17,2	16,9	17,2	17,6	17,7	16,2	16,5	17,8	17,6	170,8	17,1
34	Traslado de la caja para foco	0,38	0,40	0,48	0,41	0,38	0,39	0,38	0,41	0,40	0,40	4,0	0,4
35	Colocación de la caja para foco	14,6	15,1	14,7	15,2	15,7	15,8	15,2	15,8	15,7	15,8	153,6	15,4
36	Plegado de tapas exteriores laterales derecho, izquierdo y posterior	59,8	60	61,2	60	62,1	60,7	59	61,4	60,8	61	606,0	60,6
37	Traslado de tapas exteriores laterales derecho, izquierdo y posterior	1,35	1,35	1,37	1,38	1,36	1,35	1,37	1,38	1,37	1,35	13,6	1,4
38	Colocación de tapas exteriores laterales derecho, izquierdo y posterior	106	106	107	106	106	107,4	105,4	105,9	106,1	106,5	1062,5	106,3
39	Colocación de lana de vidrio en parte laterales y posterior	61,6	60,3	61,5	62	61,5	62,1	61,2	61	61,5	62	614,7	61,5
40	Plegado de plancha para elaboración de la puerta	24,7	24,9	25	24,7	24,7	25	24,9	24,7	25	24,7	248,3	24,8
41	Traslado de dobles para puerta	0,35	0,32	0,31	0,32	0,35	0,35	0,33	0,35	0,37	0,36	3,1	0,3
42	Armado y colocado de la puerta en el horno	59,2	60	59,5	61,2	60,8	58,5	61,2	59,6	60,6	60,8	601,4	60,1
43	Terminados de la puerta	36,3	37,5	36,1	36,9	36,3	37	37,6	35,9	36,4	36,9	366,9	36,7
44	Fabricación de la visera para el horno	35,1	35,9	36,8	36,2	36,8	35,7	34,8	34,8	36,7	35,7	358,5	35,9
45	Traslado de la visera al área de ensamble	0,15	0,15	0,15	0,17	0,16	0,16	0,15	0,17	0,14	0,15	1,6	0,16
46	Centrado y colocado de la visera en el horno	32,5	33	32,8	33,2	33,3	32,8	34	33,7	32,6	31,9	329,8	32,98
47	Plegado y reforzado de la división del parante del caldero y la camara interna	9,7	9,7	10	10	9,8	9,9	9,7	10,1	10	9,9	98,8	9,88
48	Perforación, machuelado y aseguramiento del parante de división	7,9	8	8	7,6	8	7,5	8,1	8,1	8,9	7,6	79,7	7,97
49	Plegado a 45° forro de la camara interna	3,8	4	3,8	4	4,1	3,8	4,1	3,7	4,1	4	39,4	3,94
50	Plegado de la aleta principal a 90°	4,6	4,6	4,5	4	4,1	4,5	4,9	4,7	4,9	4,1	40,0	4,44
51	Traslado de forro de camara interna y aleta principal	0,31	0,3	0,3	0,32	0,31	0,32	0,31	0,35	0,32	0,3	3,1	0,31
52	Soldado de aleta a 90° con el forro de la camara interna	3,6	4	3,9	4,5	5	4,5	3,7	3,9	4	4	41,1	4,1
53	Perforado y machuelado del forro de la cama interna	4,9	5	5	4,9	4,7	5,4	5,1	5	4,6	4,9	49,5	4,95
54	Plegado de la camara interna y aletas de regulación	10,8	10,8	10,5	11	11,1	10,8	10,7	10,8	11,1	10,9	108,5	10,85
55	Traslado de la camara interna y aletas de regulación	0,36	0,36	0,36	0,35	0,34	0,39	0,35	0,36	0,40	0,37	3,6	0,36
56	Reforzado, re forrado, machuelado de la camara interna	5,7	6	6	5,7	7	5,2	7,1	6,9	7	7,1	63,7	6,37

57	Soldado de refuerzos en el parante de la camara de circulación	14,9	15	15	16,6	15,5	14,6	15,2	15,9	16,2	16,2	155,1	15,51
58	Elaboración de desfogue interno	13,8	14,5	13,7	14,9	15	15	13,9	14,4	14,7	14,7	144,6	14,46
59	Traslado del desfogue interno y aletas al área de ensamble	0,29	0,29	0,30	0,28	0,35	0,29	0,34	0,35	0,34	0,32	3,2	0,32
60	Colocación del desfogue interno y aletas	13,8	14	14,8	13,5	15	14,5	14,8	13,9	13,8	14,8	142,9	14,29
61	Elaboración de la camara de circulación de aire con aletas de regulación	35,5	35	35,6	36,1	36,4	34,7	36,8	35,6	35,7	36	357,4	35,7
62	Elaboración del caldero	26,3	27,8	27,1	28,6	26,8	27,5	28,1	27,1	26,9	27	273,2	27,32
63	Transporte de camara de circulación y caldero	3,7	3	3,5	3	3,7	3	3,5	3,6	3,3	3,6	33,9	3,4
64	Colocación de camara	22,8	22	22,5	23,6	24,3	24,3	22,5	22,4	22,9	23,6	230,9	23,1
65	Colocado del caldero en el horno con empaques y centrado	57,9	58,3	59,5	57,9	58,2	58,7	59,8	59,8	57,6	58,3	586,0	58,60
66	Prueba de presion del caldero	15,6	14,8	15	15,6	17,1	17,2	17,2	15,9	15,8	16,6	160,8	16,08
67	Rebordeado de la tapa para el quemador	2,8	2,8	2,8	3	3,1	3	2,8	3	2,9	2,9	29,1	2,91
68	Colocado de la tapa para el quemador	5,7	5,9	6,2	7,3	6,6	6,7	5,9	6	6	7	63,3	6,3
69	Elaboración del sistema de cascada	26,9	26	27,9	27,1	26,8	27,5	27,5	27,9	26,8	27	271,4	27,1
70	Centrado y colocado del sistema de cascada	22,7	23	23,1	23,4	23	23,6	23	23,7	23,5	24	233,0	23,3
71	Elaboración de la base del motor	10,5	10,5	11	11	10,9	10,7	11,5	11,3	10,9	10,5	108,8	10,9
72	Traslado de la base del motor	1,2	1	1,3	1,2	1,4	1,3	1,4	1,2	1	1,2	12,2	1,2
73	Ensamblado de la base del motor y plato en el horno	48,9	49,5	49,5	49	49,7	48,4	49	49,7	48,9	49,5	492,1	49,2
74	Plegado de la tapa exterior superior	3,58	4	4,2	4	3,5	3,5	34,5	4,3	4	4,1	69,7	7,0
75	Traslado de la tapa exterior superior	0,32	0,30	0,31	0,32	0,30	0,31	0,32	0,30	0,32	0,31	3,1	0,31
76	Colocación de lana de vidrio en la parte de la tapa superior externa	31,8	32	32	31,8	32,8	31,9	32,7	32,5	32,5	40	330,0	33,0
77	Colocado de la tapa externa superior	76,9	77	77	76,4	77,8	77,3	78,3	76,6	77,8	77,9	773,0	77,30
78	Colocar el eje de sujeción del coche con la base de la camara del horno	14,8	15	15	14,5	15,5	14	14	15,6	14,7	15,1	148,2	14,8
79	Colocación de la termocupla	27,3	27	27,9	27,6	27,6	28	27,9	28,4	29	29,1	279,8	27,98
80	Instalación de plomería para el sistema de vapor	47,3	47,7	47,5	48,1	47,9	48,9	47,8	46,9	48	47,9	478,0	47,8
81	Colocado de motores del micro y centrado de poleas	250,2	250	251	250,8	250,8	250,4	252,6	250,3	250,2	251,4	2507,7	250,8
82	Sistema eléctrico	169,7	168,7	170	169,8	170,2	170,2	169,7	172,3	170,9	169,4	1700,9	170,1
83	Inspeccion del sistema eléctrico y plomería	15,4	15,4	15	15,9	16	15	16,5	15,6	15,6	15,5	155,9	15,6
84	Control de calidad y pruebas funcionamiento	31,7	31	29,5	29,6	31	29	31,5	31,9	30,7	31,6	278,0	30,89
85	Embalaje del horno	13,7	13	12,9	13,5	13,5	13,7	13,4	13	13	13,8	133,5	13,4
86	Traslado del horno a bodega	9,4	9	8,7	9	8,9	9,2	9,2	9	9,4	8,9	90,7	9,1
87	Almacenamiento	4,9	5	5,1	4,8	5,5	5	5,7	4,8	4,9	5	50,7	5,1
<b>TOTAL</b>													<b>2197,1</b>

Elaborado por: Joffre Calvopiña

Fuente: Investigación de campo

### Tiempo normal de proceso

Luego de haber realizado el cálculo del tiempo promedio de cada una de las actividades del proceso de fabricación de hornos a diésel se procede a realizar el cálculo del tiempo normal de cada una de las actividades y posteriormente el tiempo normal total del proceso, para cada una de las actividades se desarrollará estableciendo el factor de desempeño del operario para cada actividad.

Para el cálculo del tiempo promedio de cada actividad, se utilizará la siguiente fórmula para determinar el factor de desempeño de cada uno de los operarios:

$$TN = Tm * AO \text{ Ec. 2}$$

Donde.

**TN:** Tiempo Normal

**Tm:** Tiempo medio (promedio)

**AO:** Factor de desempeño del operario

**Tabla N° 15: Factor de desempeño del operario**

ESCALA DE VALORACIÓN			
Descripción del desempeño			Velocidad de marcha Km/h
0	0	Actividad Nula	0
67		Muy Lento: movimientos torpes, inseguros; el operario parece medio dormido sin interés en el trabajo	3,2(2)
100 (ritmo-tipo)		Constante, resuelto, sin prisa como de obrero no pagado o destajado, pero bien dirigido y vigilado; parece lento pero no pierde el tiempo adrede mientras lo observan.	4,8(3)
133	100 (ritmo-tipo)	Activo, capaz, como obrero medio calificado medio pagado o destajo; logra con tranquilidad a nivel de calidad y presión fijado	6,4(4)
167	125	Muy rápido; el operario actúa con gran seguridad destreza y coordinación de movimientos , muy por encima del obrero calificado medio	8(5)
200	150	Excepcionalmente rápido; concentración y esfuerzo intenso, sin probabilidad de durar por largos periodos; actuación de "virtuoso "solo alcanzada por algunos trabajadores sobresalientes	9,6(6)

**Elaborado por:** Joffre Calvopiña

**Fuente:** CASO, 2006

**Tabla N° 16: Cálculo del Tiempo Normal**

<b>TIEMPO MEDIO</b>															
N°	Descripción del proceso	Tiempo en minutos										Sumatoria	Promedio	Valoracion de actividades	Tiempo básico
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
1	Recepción de la materia prima	8,1	8	9,1	7,8	7,5	8	7,5	8	9,1	8,1	81,2	8,1	1	8,12
2	Inspección de la materia prima	7,5	7	8	7,5	7	7,5	8	7	8	7	74,5	7,5	1	7,45
3	Trasporte de la materia prima a bodega	2,6	2,7	2,6	2,6	2,5	2,5	2,6	2,7	2,8	2,8	26,5	2,7	1,25	3,31
4	Almacenamiento de materia prima en la bodega	3,7	3,7	3,5	3,2	3,7	3,7	3,7	3,5	3,6	3,8	36,1	3,6	1,25	4,51
5	Trasporte de bobinas a el área de corte	3,11	3,10	3,1	3,11	3,9	3,11	3,9	3,12	3,11	3,10	32,7	3,3	1,25	4,08
6	Almacenamiento de planchas cortadas a estanterías	9,6	9,4	9,4	9,6	9,6	9,5	9,9	9,6	9,5	9,5	95,6	9,6	1	9,56
7	Trasporte de planchas < a 0.2 de esp. a cizalla y > a 0.4 de esp. a plasma	2,9	2,7	2,9	2,8	2,8	2,9	2,9	2,6	3	3	28,5	2,9	1	2,85
8	Trazado de la base del horno	10,1	10	10	10,1	9,9	10,1	10	10,2	10,2	10	100,6	10,1	0,75	7,55
9	Corte de la base del horno en el plasma	12,5	12,1	12,2	12	12,5	12,5	12,2	12,7	12,5	12,1	123,3	12,3	1	12,33
10	Transporte de la base cortada al área de ensamble	1,6	1,6	1,4	1,5	1,5	1,5	1,6	1,5	1,7	1,6	15,5	1,6	1	1,55
11	Cortado y soldado de ángulos en la base del horno	35,3	35	35	35,3	35,2	35,3	35,5	35,3	35	35,2	352,1	35,2	1	35,21
12	Corte de las piezas en la cizalla hidráulica para el horno rotativo	45,8	45,6	45,8	45,5	45,5	45,9	45,8	45,8	45,8	45,7	457,2	45,7	0,75	34,29
13	Traslado de piezas cortadas a la punzonadora	11,6	11,6	11,5	11,6	11,8	11,6	11,7	11,7	11,7	11,6	116,4	11,6	1	11,64
14	Corte y trazado de piezas para el horno rotativo en la punzonadora	120,3	120	120	120,2	120,3	120,2	120,2	120,3	120,5	120,5	1202,5	120,3	1,25	150,31
15	Plegado del cuerpo interno del horno	16,8	16,5	16,8	17	17	16,8	16,7	16,8	17	17	168,4	16,8	0,75	12,63
16	Traslado del cuerpo interno al área de ensamble	0,34	0,34	0,34	0,33	0,34	0,32	0,32	0,33	0,32	0,35	3,3	0,33	1	0,33
17	Ensamblado del cuerpo interior con la base	61,9	62	62,1	61,8	61,9	62	61,8	61,8	61,9	61,8	619,0	61,9	1	61,90
18	Transporte de la tapa interna superior	0,56	0,60	0,57	0,57	0,56	0,54	0,56	0,60	0,60	0,55	5,1	0,57	1	0,57
19	Ensamblado de la tapa interna superior con el cuerpo interno	18,9	18,8	18,9	19,00	19,1	18,9	18,9	19	18,8	19	189,3	18,93	1	18,93
20	Plegado de los parantes delanteros y posteriores	18,6	18,9	18,9	18,6	18,7	19	18,7	18,7	19	19,1	188,2	18,82	0,75	14,12
21	Traslado de parantes delanteros y posteriores	1,3	1,6	1,5	1,3	1,3	1,5	1,6	1,6	1,4	1,3	14,4	1,4	1	1,44
22	Ensamblado de los parantes con la base	106,8	107	108,0	108,2	107,5	108,5	106,7	108,7	109,2	108,5	1079,1	107,9	1	107,91
23	Plegado de la tarjeta delantera superior y parantes posteriores	30,4	30,6	30,5	30,8	30,6	30,6	30,9	31	30,5	31	306,9	30,7	0,75	23,02
24	Traslado de la tarjeta delantera y parantes posteriores	1,51	1,60	1,75	1,55	1,80	1,79	1,64	1,8	2	1,92	17,4	1,7	1	1,74
25	Ensamblado de tarjeta delantera superior y parantes posteriores	26,6	27	27,4	28,4	27,5	27,4	27,4	26,9	27,3	28,9	274,8	27,5	1	27,48

26	Reforzado y rematado de la camara interna	29,9	31	29,9	30,6	32	31,8	32,1	30,9	32,3	32	312,5	31,3	0,75	23,44
27	Elaboración de la división interna para control	15,1	15,9	16,6	17,1	16,5	17,5	15,7	15,9	16,7	17,3	164,3	16,4	1	16,43
28	Traslado de la división interna para control	0,36	0,40	0,42	0,39	0,45	0,41	0,42	0,42	0,45	0,38	4,1	0,4	1	0,41
29	Colocación de la división interna para control	15,3	16,1	17,5	15,9	16,4	16,5	15,8	17,3	17,2	16,8	148,0	16,4	1	16,44
30	Elaboración del ducto de desfogue interno	14,8	15,3	16,5	17	17	16,4	15,1	15	16,6	16,5	160,2	16,0	0,75	12,02
31	Traslado del ducto de desfogue interno	0,39	0,38	0,39	0,41	0,40	0,39	0,41	0,41	0,40	0,39	3,6	0,4	1,25	0,50
32	Colocación del ducto de desfogue interno	15	15	15,8	16,6	16	15	14,99	15,7	16,6	16,5	157,1	15,7	1	15,71
33	Elaboración de la caja para foco	16,1	17,2	16,9	17,2	17,6	17,7	16,2	16,5	17,8	17,6	170,8	17,1	1,25	21,35
34	Traslado de la caja para foco	0,38	0,40	0,48	0,41	0,38	0,39	0,38	0,41	0,40	0,40	4,0	0,4	1	0,40
35	Colocación de la caja para foco	14,6	15,1	14,7	15,2	15,7	15,8	15,2	15,8	15,7	15,8	153,6	15,4	0,75	11,52
36	Plegado de tapas exteriores laterales derecho, izquierdo y posterior	59,8	60	61,2	60	62,1	60,7	59	61,4	60,8	61	606,0	60,6	0,75	45,45
37	Traslado de tapas exteriores laterales derecho, izquierdo y posterior	1,35	1,35	1,37	1,38	1,36	1,35	1,37	1,38	1,37	1,35	13,6	1,4	1	1,36
38	Colocación de tapas exteriores laterales derecho, izquierdo y posterior	106	106	107	106	106	107,4	105,4	105,9	106,1	106,5	1062,5	106,3	1	106,25
39	Colocación de lana de vidrio en parte laterales y posterior	61,6	60,3	61,5	62	61,5	62,1	61,2	61	61,5	62	614,7	61,5	1	61,47
40	Plegado de plancha para elaboración de la puerta	24,7	24,9	25	24,7	24,7	25	24,9	24,7	25	24,7	248,3	24,8	0,75	18,62
41	Traslado de dobles para puerta	0,35	0,32	0,31	0,32	0,35	0,35	0,33	0,35	0,37	0,36	3,1	0,3	1	0,34
42	Armado y colocado de la puerta en el horno	59,2	60	59,5	61,2	60,8	58,5	61,2	59,6	60,6	60,8	601,4	60,1	1	60,14
43	Terminados de la puerta	36,3	37,5	36,1	36,9	36,3	37	37,6	35,9	36,4	36,9	366,9	36,7	0,75	27,52
44	Fabricación de la visera para el horno	35,1	35,9	36,8	36,2	36,8	35,7	34,8	34,8	36,7	35,7	358,5	35,9	0,75	26,89
45	Traslado de la visera al área de ensamble	0,15	0,15	0,15	0,17	0,16	0,16	0,15	0,17	0,14	0,15	1,6	0,16	1,25	0,19
46	Centrado y colocado de la visera en el horno	32,5	33	32,8	33,2	33,3	32,8	34	33,7	32,6	31,9	329,8	32,98	0,75	24,74
47	Plegado y reforzado de la división del parante del caldero y la camara interna	9,7	9,7	10	10	9,8	9,9	9,7	10,1	10	9,9	98,8	9,88	0,75	7,41
48	Perforación, machuelado y aseguramiento del parante de división	7,9	8	8	7,6	8	7,5	8,1	8,1	8,9	7,6	79,7	7,97	0,75	5,98
49	Plegado a 45° forro de la camara interna	3,8	4	3,8	4	4,1	3,8	4,1	3,7	4,1	4	39,4	3,94	0,75	2,96
50	Plegado de la aleta principal a 90°	4,6	4,6	4,5	4	4,1	4,5	4,9	4,7	4,9	4,1	40,0	4,44	0,75	3,33
51	Traslado de forro de camara interna y aleta principal	0,31	0,3	0,3	0,32	0,31	0,32	0,31	0,35	0,32	0,3	3,1	0,31	1	0,31
52	Soldado de aleta a 90° con el forro de la camara interna	3,6	4	3,9	4,5	5	4,5	3,7	3,9	4	4	41,1	4,1	1	4,11
53	Perforado y machuelado del forro de la cama interna	4,9	5	5	4,9	4,7	5,4	5,1	5	4,6	4,9	49,5	4,95	0,75	3,71
54	Plegado de la camara interna y aletas de regulación	10,8	10,8	10,5	11	11,1	10,8	10,7	10,8	11,1	10,9	108,5	10,85	0,75	8,14
55	Traslado de la camara interna y aletas de regulación	0,36	0,36	0,36	0,35	0,34	0,39	0,35	0,36	0,40	0,37	3,6	0,36	1	0,36
56	Reforzado, re forrado, machuelado de la camara interna	5,7	6	6	5,7	7	5,2	7,1	6,9	7	7,1	63,7	6,37	0,75	4,78
57	Soldado de refuerzos en el parante de la camara de circulación	14,9	15	15	16,6	15,5	14,6	15,2	15,9	16,2	16,2	155,1	15,51	1	15,51



58	Elaboración de desfogue interno	13,8	14,5	13,7	14,9	15	15	13,9	14,4	14,7	14,7	144,6	14,46	1	14,46
59	Traslado del desfogue interno y aletas al área de ensamble	0,29	0,29	0,30	0,28	0,35	0,29	0,34	0,35	0,34	0,32	3,2	0,32	1,25	0,39
60	Colocación del desfogue interno y aletas	13,8	14	14,8	13,5	15	14,5	14,8	13,9	13,8	14,8	142,9	14,29	1	14,29
61	Elaboración de la camara de circulación de aire con aletas de regulación	35,5	35	35,6	36,1	36,4	34,7	36,8	35,6	35,7	36	357,4	35,7	1	35,74
62	Elaboración del caldero	26,3	27,8	27,1	28,6	26,8	27,5	28,1	27,1	26,9	27	273,2	27,32	1	27,32
63	Transporte de camara de circulación y caldero	3,7	3	3,5	3	3,7	3	3,5	3,6	3,3	3,6	33,9	3,4	1	3,39
64	Colocación de camara	22,8	22	22,5	23,6	24,3	24,3	22,5	22,4	22,9	23,6	230,9	23,1	1	23,09
65	Colocado del caldero en el horno con empaques y centrado	57,9	58,3	59,5	57,9	58,2	58,7	59,8	59,8	57,6	58,3	586,0	58,60	0,75	43,95
66	Prueba de presion del caldero	15,6	14,8	15	15,6	17,1	17,2	17,2	15,9	15,8	16,6	160,8	16,08	1	16,08
67	Rebordeado de la tapa para el quemador	2,8	2,8	2,8	3	3,1	3	2,8	3	2,9	2,9	29,1	2,91	1	2,91
68	Colocado de la tapa para el quemador	5,7	5,9	6,2	7,3	6,6	6,7	5,9	6	6	7	63,3	6,3	1	6,33
69	Elaboración del sistema de cascada	26,9	26	27,9	27,1	26,8	27,5	27,5	27,9	26,8	27	271,4	27,1	1	27,14
70	Centrado y colocado del sistema de cascada	22,7	23	23,1	23,4	23	23,6	23	23,7	23,5	24	233,0	23,3	0,75	17,48
71	Elaboración de la base del motor	10,5	10,5	11	11	10,9	10,7	11,5	11,3	10,9	10,5	108,8	10,9	1	10,88
72	Traslado de la base del motor	1,2	1	1,3	1,2	1,4	1,3	1,4	1,2	1	1,2	12,2	1,2	1	1,22
73	Ensamblado de la base del motor y plato en el horno	48,9	49,5	49,5	49	49,7	48,4	49	49,7	48,9	49,5	492,1	49,2	1	49,21
74	Plegado de la tapa exterior superior	3,58	4	4,2	4	3,5	3,5	34,5	4,3	4	4,1	69,7	7,0	0,75	5,23
75	Traslado de la tapa exterior superior	0,32	0,30	0,31	0,32	0,30	0,31	0,32	0,30	0,32	0,31	3,1	0,31	1	0,31
76	Colocación de lana de vidrio en la parte de la tapa superior externa	31,8	32	32	31,8	32,8	31,9	32,7	32,5	32,5	40	330,0	33,0	1	33,00
77	Colocado de la tapa externa superior	76,9	77	77	76,4	77,8	77,3	78,3	76,6	77,8	77,9	773,0	77,30	1	77,30
78	Colocar el eje de sujeción del coche con la base de la camara del horno	14,8	15	15	14,5	15,5	14	14	15,6	14,7	15,1	148,2	14,8	1,75	25,94
79	Colocación de la termocupla	27,3	27	27,9	27,6	27,6	28	27,9	28,4	29	29,1	279,8	27,98	1	27,98
80	Instalación de plomería para el sistema de vapor	47,3	47,7	47,5	48,1	47,9	48,9	47,8	46,9	48	47,9	478,0	47,8	1,75	83,65
81	Colocado de motores del micro y centrado de poleas	250,2	250	251	250,8	250,8	250,4	252,6	250,3	250,2	251,4	2507,7	250,8	0,75	188,08
82	Sistema eléctrico	169,7	168,7	170	169,8	170,2	170,2	169,7	172,3	170,9	169,4	1700,9	170,1	1	170,09
83	Inspeccion del sistema eléctrico y plomería	15,4	15,4	15	15,9	16	15	16,5	15,6	15,6	15,5	155,9	15,6	1	15,59
84	Control de calidad y pruebas funcionamiento	31,7	31	29,5	29,6	31	29	31,5	31,9	30,7	31,6	278,0	30,89	1	30,89
85	Embalaje del horno	13,7	13	12,9	13,5	13,5	13,7	13,4	13	13	13,8	133,5	13,4	1	13,35
86	Traslado del horno a bodega	9,4	9	8,7	9	8,9	9,2	9,2	9	9,4	8,9	90,7	9,1	0,75	6,80
87	Almacenamiento	4,9	5	5,1	4,8	5,5	5	5,7	4,8	4,9	5	50,7	5,1	0,75	3,80
<b>TOTAL</b>													<b>2197,1</b>		<b>2086,50</b>

**Elaborado por:** Joffre Calvopiña

**Fuente:** Investigación de campo

### **Tiempo estándar del proceso**

Al tener realizado el cálculo de los tiempos promedio y normal se procede al cálculo del tiempo estándar del proceso de producción de hornos a diésel, para lo cual se debe considerar cada una de las necesidades del trabajador sea hombre o mujer dándole una calificación a cada una de la necesidades personales que conlleva el personal estas calificaciones se tomara del tabla de la OIT.

La fórmula para el cálculo del tiempo estándar se detalla a continuación:

$$TE = TN * (1 + SUPLEMENTOS) \text{ Ec. 3}$$

Donde.

**TE:** Tiempo Estándar

**TN:** Tiempo Normal

**SUPLEMENTOS:** Suplementario o demoras inevitables

## Suplementos para cálculo de tiempo estándar de la OIT.

Tabla N° 17: Sistema de Suplementos

TABLA DE SUPLEMENTOS POR DESCANSO					
Suplementos Constantes	H	M	Suplementos Variables	H	M
Necesidades personales	5	7	e) Condiciones atmosféricas		
Básico por fatiga	4	4	Índice de enfriamiento, termómetro de kata		
Suplementos Variables	H	M	16	0	
			14	0	
a) Trabajo de Pie			12	0	
Trabajo de Pie	2	4	10	3	
b) Postura anormal			8	10	
Ligeramente incómoda	0	1	6	21	
Incómoda (inclinado)	2	3	5	31	
Muy Incómoda (echado, estirado)	7	7	4	45	
c) Uso de fuerza o energía muscular (levantar , tirar o empujar)			3	64	
			2	100	
Peso levantado por kilogramo			f) Tensión Visual		
			Trabajos de cierta posición	0	0
2,5	0	1	Trabajos de precisión o fatigosos	2	2
5	1	2	Trabajos de gran precisión	5	5
7,5	2	3	g) Ruido		
10	3	4	Continuo	0	0
12,5	4	6	Intermitente y fuerte	2	2
15	5	8	Intermitente muy fuerte	5	5
17,5	6	10	Estridente y fuerte	7	7
20	9	13	h) Tensión Mental		
22,5	11	16	Proceso algo complejo	1	1
25	13	20(máx)	Proceso complejo o tensión dividida	4	4
30	17	-	Proceso muy complejo	8	8
33,5	22	-	i) Monotonía Mental		
			Trabajo algo monótono	0	0
d) Iluminación			Trabajo bastante monótono	1	1
Ligeramente debajo de la potencia calculada	0	0	trabajo muy monótono	4	4
Bastante debajo	2	2	j) Monotonía Física		
Absolutamente insuficiente	5	5	Trabajo algo aburrido	0	0
			Trabajo aburrido	2	1
			Trabajo muy aburrido	5	2

Elaborado por: Joffre Calvopiña

Fuente: O.I.T

## Suplementos de trabajo para la manufactura del horno rotativos a diésel.

**Tabla N° 18: Suplementos de trabajo empresa I.M.C**

N°	Descripción del proceso	Suplemento	Valor	Tiempo básico	Tiempo estandar
1	Recepción de la materia prima	NP + FATIGA + FUERZA 5Kg	0,10	8,12	8,93
2	Inspección de la materia prima	NP + MONOTONIA + TABAJA DE PIE	0,08	7,45	8,05
3	Trasporte de la materia prima a bodega	NP + FATIGA + FUERZA 10 kg	0,12	3,31	3,71
4	Almacenamiento de materia prima en la bodega	NP + FATIGA + FUERZA 10 kg	0,12	4,51	5,05
5	Trasporte de bobinas a el área de corte	NP + FATIGA	0,09	4,08	4,45
6	Almacenamiento de planchas cortadas a estanterías	NP + FATIGA + FUERZA 5kg + MONOTONIA	0,11	9,56	10,61
7	Trasporte de planchas < a 0.2 de esp. a cizalla y > a 0.4 de esp. a plasma	NP + FATIGA + FUERZA 25 kg + T DE PIE	0,20	2,85	3,42
8	Trazado de la base del horno	NP + C. INTENSA + TENSION M	0,09	7,55	8,22
9	Corte de la base del horno en el plasma	NP + TRABAJO DE PIE + MONOTONIA + FUERZA 10 kg	0,11	12,33	13,69
10	Transporte de la base cortada al área de ensamble	NP + TRABAJO DE PIE + FUERZA 35,5 Kg	0,29	1,55	2
11	Cortado y soldado de ángulos en la base del horno	NP + C. INTENSA + TENSION M + T DE PIE + FUERZA 25 Kg	0,19	35,21	41,90
12	Corte de las piezas en la cizalla hidráulica para el horno rotativo	NP + C INTENSA + TENSION M + T PIE + FATIGA + FUERZA 5KG + RUIDO + MONOTONIA	0,18	34,29	40,46
13	Traslado de piezas cortadas a la punzonadora	NP + FUERZA 35,5 kg + T DE PIES + FATIGA	0,33	11,64	15,48
14	Corte y trazado de piezas para el horno rotativo en la punzonadora	NP + MONOTONO + T DE PIE + RUIDO + C INTENSA + FATIGA + FUERZA 10Kg	0,19	150,31	178,87
15	Plegado del cuerpo interno del horno	NP + MONOTONO + T DE PIE + C INTENSA + FATIGA + TEDIO + POSTURA I	0,18	12,63	14,90
16	Traslado del cuerpo interno al área de ensamble	NP + FUERZA 35,5 kg + T DE PIES + FATIGA	0,33	0,33	0,44
17	Ensamblado del cuerpo interior con la base	NP + RUIDO + FATIGA	0,11	61,9	68,71
18	Transporte de la tapa interna superior	NP + FUERZA 25 kg + T DE PIES + FATIGA	0,24	0,57	0,70
19	Ensamblado de la tapa interna superior con el cuerpo interno	NP + RUIDO + FATIGA	0,11	18,93	21,01
20	Plegado de los parantes delanteros y posteriores	NP + MONOTONO + T DE PIE + C INTENSA + FATIGA + TEDIO + POSTURA I	0,18	14,12	16,66
21	Traslado de parantes delanteros y posteriores	NP + FUERZA 35,5 kg + T DE PIES + FATIGA	0,33	1,44	1,92
22	Ensamblado de los parantes con la base	NP + RUIDO + FATIGA	0,11	107,91	119,78
23	Plegado de la tarjeta delantera superior y parantes posteriores	NP + MONOTONO + T DE PIE + C INTENSA + FATIGA + TEDIO + POSTURA I	0,18	23,02	27,16
24	Traslado de la tarjeta delantera y parantes posteriores	NP + FUERZA 35,5 kg + T DE PIES + FATIGA	0,33	1,736	2,31
25	Ensamblado de tarjeta delantera superior y parantes posteriores	NP + RUIDO + FATIGA	0,11	27,48	30,50
26	Reforzado y rematado de la camara interna	NP + RUIDO + FATIGA	0,11	23,44	26,02
27	Elaboración de la división interna para control	NP + FUERZA 10 Kg + FATIGA + T DE PIE	0,14	16,43	18,73
28	Traslado de la división interna para control	NP + FUERZA 25 kg + T DE PIES + FATIGA	0,24	0,41	0,51

29	Colocación de la división interna para control	NP + RUIDO + FATIGA	0,11	16,44	18,25
30	Elaboración del ducto de desfogue interno	NP + FUERZA 10 Kg + FATIGA + T DE PIE	0,14	12,02	13,70
31	Traslado del ducto de desfogue interno	NP + FUERZA 25 kg + T DE PIES + FATIGA	0,24	0,50	0,62
32	Colocación del ducto de desfogue interno	NP + RUIDO + FATIGA	0,11	15,71	17,44
33	Elaboración de la caja para foco	NP + RUIDO + FATIGA + TENSIÓ M	0,12	21,35	23,91
34	Traslado de la caja para foco	NP + FUERZA 10 kg + T DE PIES + FATIGA	0,14	0,40	0,46
35	Colocación de la caja para foco	NP + RUIDO + FATIGA	0,11	11,52	12,79
36	Plegado de tapas exteriores laterales derecho, izquierdo y posterior	NP + MONOTONO + T DE PIE + C INTENSA + FATIGA + TEDIO + POSTURA I	0,18	45,45	53,63
37	Traslado de tapas exteriores laterales derecho, izquierdo y posterior	NP + FUERZA 35,5 kg + T DE PIES + FATIGA	0,33	1,363	1,81
38	Colocación de tapas exteriores laterales derecho, izquierdo y posterior	NP + RUIDO + FATIGA	0,11	106,25	117,94
39	Colocación de lana de vidrio en parte laterales y posterior	NP + RUIDO + FATIGA	0,11	61,47	68,23
40	Plegado de plancha para elaboración de la puerta	NP + MONOTONO + T DE PIE + C INTENSA + FATIGA + TEDIO + POSTURA I	0,18	18,62	21,97
41	Traslado de dobles para puerta	NP + FUERZA 35,5 kg + T DE PIES + FATIGA + C INTENSA	0,35	0,34	0,46
42	Armado y colocado de la puerta en el horno	NP + FUERZA 35,5 Kg + FATIGA + T DE PIE	0,14	60,14	68,56
43	Terminados de la puerta	NP + RUIDO + FATIGA	0,11	27,52	30,54
44	Fabricación de la visera para el horno	NP + FUERZA 10 kg + T DE PIE + FATIGA + POSTURA	0,16	26,89	31,19
45	Traslado de la visera al área de ensamble	NP + FUERZA 20 kg + T DE PIE + FATIGA	0,20	0,19	0,23
46	Centrado y colocado de la visera en el horno	NP + FUERZA 10KG + T DE PIE + C INTENSA + TENSIÓN M	0,13	24,74	27,95
47	Plegado y reforzado de la división del parante del caldero y la camara interna	NP + MONOTONO + T DE PIE + C INTENSA + FATIGA + TEDIO + POSTURA I	0,18	7,41	8,74
48	Perforación, machuelado y aseguramiento del parante de división	NP + RUIDO + FATIGA	0,11	5,98	6,64
49	Plegado a 45° forro de la camara interna	NP + MONOTONO + T DE PIE + C INTENSA + FATIGA + TEDIO + POSTURA I	0,18	2,96	3,49
50	Plegado de la aleta principal a 90°	NP + MONOTONO + T DE PIE + C INTENSA + FATIGA + TEDIO + POSTURA I	0,18	3,33	3,93
51	Traslado de forro de camara interna y aleta principal	NP + FUERZA 20 kg + T DE PIES + FATIGA	0,20	0,314	0,38
52	Soldado de aleta a 90° con el forro de la camara interna	NP + POSTURA + C INTENSA + FATIGA	0,13	4,11	4,64
53	Perforado y machuelado del forro de la cama interna	NP + RUIDO + FATIGA	0,11	3,71	4,12
54	Plegado de la camara interna y aletas de regulación	NP + MONOTONO + T DE PIE + C INTENSA + FATIGA + TEDIO + POSTURA I	0,18	8,14	9,60
55	Traslado de la camara interna y aletas de regulación	NP + FUERZA 20 kg + T DE PIES + FATIGA	0,20	0,36	0,44
56	Reforzado, re forrado, machuelado de la camara interna	NP + RUIDO + FATIGA	0,11	4,78	5,30
57	Soldado de refuerzos en el parante de la camara de circulación	NP + POSTURA + C INTENSA + FATIGA	0,13	15,51	17,53
58	Elaboración de desfogue interno	NP + FUERZA 10 Kg + FATIGA + T DE PIE	0,14	14,46	16,48
59	Traslado del desfogue interno y aletas al área de ensamble	NP + FUERZA 25 kg + T DE PIES + FATIGA	0,24	0,39	0,49
60	Colocación del desfogue interno y aletas	NP + RUIDO + FATIGA	0,11	14,29	15,86
61	Elaboración de la camara de circulación de aire con aletas de regulación	NP + FUERZA 10 Kg + FATIGA + T DE PIE	0,14	35,74	40,74

62	Elaboración del caldero	NP + FUERZA 10 Kg + FATIGA + T DE PIE	0,14	27,32	31,14
63	Transporte de camara de circulación y caldero	NP + FUERZA 35,5 kg + T DE PIES + FATIGA	0,33	3,391	4,51
64	Colocación de camara	NP + RUIDO + FATIGA	0,11	23,09	25,63
65	Colocado del caldero en el horno con empaques y centrado	NP + RUIDO + FATIGA + FUERZA 35,5 kg + C INTENSA	0,35	43,95	59,33
66	Prueba de presion del caldero	NP + C INTENSA + T DE PIE	0,09	16,08	17,53
67	Rebordeado de la tapa para el quemador	NP + FUERZA 2,5 kg	0,07	2,91	3,11
68	Colocado de la tapa para el quemador	NP + RUIDO + FATIGA	0,11	6,33	7,03
69	Elaboración del sistema de cascada	NP + FUERZA 10 Kg + FATIGA + T DE PIE	0,14	27,14	30,94
70	Centrado y colocado del sistema de cascada	NP + FUERZA 5 kg + FATIGA + C INTENSA	0,12	17,48	19,57
71	Elaboración de la base del motor	NP + FUERZA 25 Kg + FATIGA + T DE PIE	0,24	10,88	13,49
72	Traslado de la base del motor	NP + FUERZA 35,5 kg + T DE PIES + FATIGA	0,33	1,22	1,62
73	Ensamblado de la base del motor y plato en el horno	NP + FUERZA 20 kg + FATIGA + POSTURA	0,20	49,21	59,05
74	Plegado de la tapa exterior superior	NP + MONOTONO + T DE PIE + C INTENSA + FATIGA + TEDIO + POSTURA I	0,18	5,23	6,17
75	Traslado de la tapa exterior superior	NP + FUERZA 20 kg + T DE PIES + FATIGA	0,20	0,31	0,37
76	Colocación de lana de vidrio en la parte de la tapa superior externa	NP + T DE PIE	0,07	33	35,31
77	Colocado de la tapa externa superior	NP + FATIGA	0,11	77,3	85,80
78	Colocar el eje de sujeción del coche con la base de la camara del horno	NP + C INTENSA + FATIGA + T MENTAL	0,12	25,94	29,05
79	Colocación de la termocupla	NP + FATIGA	0,11	27,98	31,06
80	Instalación de plomería para el sistema de vapor	NP + T DE PIE + C INTENSA + POSTURA + FUERZA 10 kg	0,14	83,65	95,36
81	Colocado de motores del micro y centrado de poleas	NP + T DE PIE + C INTENSA + POSTURA + T MENTAL + FUERZA 35,5	0,34	188,08	252,02
82	Sistema eléctrico	NP + T PIE + C INTENSA	0,09	170,09	185,40
83	Inspeccion del sistema eléctrico y plomería	NP + T DE PIE + C INTENSA	0,09	15,59	16,99
84	Control de calidad y pruebas funcionamiento	NP + T DE PIE + C INTENSA	0,09	30,89	33,67
85	Embalaje del horno	NP + T DE PIE + POSTURA	0,09	13,35	14,55
86	Traslado del horno a bodega	NP + FUERZA 35,5 kg + T DE PIES + FATIGA	0,33	6,80	9,05
87	Almacenamiento	NP + FATIGA + T DE PIE + FUERZA kg 35,5	0,33	3,80	5,06
<b>TOTAL</b>				<b>2086,5</b>	<b>2415,10</b>

**Elaborado por:** Joffre Calvopiña

**Fuente:** O.I.T

### Cálculo de la productividad operativa actual

La empresa Industrias Metálicas Cotopaxi produce mensualmente 8 hornos, cuentan con 23 trabajadores actualmente en la sección de hornos, para el estudio se analizado la elaboración de una unidad, para realizar toma de tiempos, en la empresa se trabaja en una jornada de 7:30 am a 16: 30 pm. En esta jornada se realizan diferentes actividades entre una de ellas la elaboración del horno rotativo. Con un total de 40 horas de trabajo a la semana.

### Costos de Producción

La materia prima principal que utiliza la empresa Industrias Metálicas Cotopaxi, para la construcción de los hornos es el tol que cumpla con la garantía para su duración mediante una tabla se evidenciara el valor de la materia prima que se usa para su fabricación.

### Costos de la Materia Prima

Tabla N| 19: Costo de la Materia Prima

Costos de Producción Materia Prima				
Materia Prima	Diaria (Unidades)	Mensual (Unidades)	Costo (Unidades)	Costo total mensual (L)
Tol	12	240	160	\$ 38400

Elaborado por: Joffre Calvopiña

Fuente: Área de Producción Industrias Metálicas Cotopaxi

### Productividad Mono factorial (materia prima)

$$P = \frac{\text{Salidas (unidades producidas)}}{\text{Entrada (materia prima)}}$$

$$P = \frac{8 \text{ unidades}}{40 \text{ Tol}}$$

$$P = 0.2 \text{ unidad/tol. Mes}$$

Actualmente para la elaboración de 8 hornos rotativos de 16 bandejas se utiliza 40 láminas de Tol lo cual nos refleja una productividad de 0.2 unidad/tol. Mes

## Costos de producción Mano de Obra

**Tabla N° 20: Costos de Mano de obra**

<b>MANO DE OBRA</b>					
<b>N°</b>	<b>Numero de operarios</b>	<b>Horas día</b>	<b>Costo día</b>	<b>Días de trabajo</b>	<b>Costo total mensual</b>
<b>1</b>	Jefe de Producción	8	32,60	23	750
<b>18</b>	Operarios	8	21,38	23	8851
<b>2</b>	Jefe de Seguridad y salud ocupacional	8	21,73	23	1000
<b>2</b>	Sistema eléctrico	8	19,56	23	900
<b>23</b>	<b>TOTAL</b>				<b>11500</b>

**Elaborado por:** Joffre Calvopiña

**Fuente:** Área de Producción Industrias Metálicas Cotopaxi

## Productividad Mono factorial (mano de obra)

$$P = \frac{\text{Salidas (unidades producidas)}}{\text{Entrada (mano de obra)}}$$

$$P = \frac{8 \text{ unidades}}{23 \text{ operarios}}$$

$$P = 0,34 \text{ unidades/operario.mes}$$

La empresa Industrias Metálica Cotopaxi, su producción mensual es de 8 hornos rotativos de 16 bandejas para lo cual intervienen 23 operarios durante el proceso de fabricación lo cual se tiene como resultado que la productividad de cada operario al mes es de 0,34 unidades/operario. Mes



## Costos de Energía Eléctrica

**Tabla N° 21: Costos de Energía Eléctrica**  
**Costos de Producción Energía Eléctrica**

Mes	Consumo mensual KW/h	Costo
Enero	4383	\$ 876,60
Febrero	4250	\$ 850,00
Marzo	4390	\$ 878,00
Abril	4385	\$ 877,00
Mayo	4405	\$ 881,00
Junio	4398	\$ 879,60
Julio	4298	\$ 859,60
Agosto	4305	\$ 861,00
Septiembre	4578	\$ 915,60
Octubre	4465	\$ 893,00
Noviembre	4564	\$ 912,80
Promedio	4401	\$ 9.684,20

**Elaborado por:** Joffre Calvopiña

**Fuente:** Contabilidad Industrias Metálicas Cotopaxi

## Productividad Mono factorial o Parcial Mensual (energía eléctrica)

$$P = \frac{\text{Salidas (unidades elaboradas)}}{\text{Entrada (energía eléctrica en kw)}}$$

$$P = \frac{8 \text{ unidades}}{4401 \text{ kw/h}}$$

$$P = 0.01 \text{ unidades/kw.hora.mes}$$

Para la fabricación de los hornos rotativos de 16 bandejas, actualmente se emplea en promedio 4401 Kw/h para la realización del producto teniendo como productividad =0.01 unidades/kw.hora.mes

## Costos de Accesorios

**Tabla N° 22: Costos de Producción accesorios**

MATERIA PRIMA					
CODIGO	MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO MATERIAL COMPLETO	COSTO MATERIAL UTILIZADO
544010	PLANCHA MATE DE 3MM	1,5	unidad	46	69
546000	ANGULO 1 1/2 X 1/4 L 6m	9,54	m	13,96	22,19
551015	PLATINA 1 1/2 X 1/4 DE 6M	9,92	unidad	10,38	2,62
544004	PLANCHA 2 MM BRILLANTE	3,00	unidad	28,60	85,8
535004	PERNOS 5/16 X 1 ACERO NEGRO	151	unidad	0,06	9,06
534012	TUERCA 5/16	40	unidad	0,27	10,8
548047	TUBO REDONDO 4 1/2 X 1/8 L6m	0,95	m	17,66	2,79
579068	MARIPOSA DESFOGUE	1	unidad	2,25	2,25
533008	RODELAS 5/16	113	unidad	0,03	3,39
579056	BRIDA PARA CILINDRO	3	unidad	5,85	17,55
506005	ELECTRODOS 3/32	250	unidad	0,37	92,50
520014	RODAMIE 608	3	unidad	8	24
510026	EMPAQUE TIPO E	4	unidad	0,36	1,44
536004	REMACGE 5/32	57	unidad	0,04	2,28
531001	PRICIONERO 5/16 X 1/2	11	unidad	0,10	1,10
510071	EMPAQUE TIPO H	3	unidad	0,35	1,05
530002	MASQUI DE 2 °	1	unidad	3,11	3,11
502038	BANDA DE LIJA	1	unidad	2	2
514011	DISCO CORTE DELGADO	1	unidad	1,70	1,70
514003	DISCO LIJA PEQUEÑO	1	unidad	1,67	1,67
544031	PLANCHA 3 MM ACERO BRILLANTE	0,14	unidad	43	43
505013	REDUCTOR VELOCIDAD	1	unidad	96	96
586002	POLEA DE 2 Y 10	2	unidad	3	6
502035	BANDA A 50	1	unidad	16,99	16,99
565020	MICRO SWICHT 1704	2	unidad	4,69	9,38
516001	SPRAY ALUMINIO	1	unidad	4,5	4,50
510035	ASVESTO	1	rollo	33,82	33,82
510013	EMPAQUE ASVESTO REDONDO 22	1	unidad	1,58	1,58
505006	MOTOR DE 1,5	1	unidad	120	120
579035	VENTILADOR	1	unidad	8,9	8,90
565016	TERMOCUPLA	1	unidad	45	45
510010	ELECTROVALVULA 220	2	unidad	29	58
545025	NEPLO B68 1/2 X 1/2	6	unidad	2	12
548018	TUBO 1/2 X 1/8 ACERO INOX REDONDO L 6m	8,85	m	22,77	33,58
540006	CODO 3/4 ACERO INOX	1	unidad	10,31	10,31
506005	ELECTRODO ACERO INOX 3/32	10	unidad	0,54	5,40
541008	UNION ACERO INOX DE 1/2	1	unidad	0,41	0,41
513001	SILICON ROJO	1	unidad	3,57	3,57
530005	TEFLON ROJO	2	unidad	0,95	1,9
513002	SILICON BLANCO	2	unidad	3,57	7,14
524023	VIDRIO 39,5 X 9 6MM	1	unidad	39	39
535001	AUTORROSCANTES	10	unidad	0,23	2,3
536005	REMACHE 3/16 caja 500 u	44	unidad	0,02	0,88
564015	PLACA TECNICA HR 16	1	unidad	1,1	1,1
565062	GABINETE	1	unidad	34	34
565000	CONTACTORES MC 12 A 220	3	unidad	49,5	148,5
565056	RELE TERMICO DE 6 A 9	2	unidad	20,45	40,9
565004	DISYUNTORES DE 2 X 16	3	unidad	15,5	46,5
536002	COLEPATOS	24	unidad	0,19	4,56
510018	CABLE FLEXIBLE N 16 L 100 m	43,75	m	25	10,93
565073	CANAleta PLOMA 2m	1,32	m	8,49	5,6
565014	RIEL DIM 35mm L 38,37	0,36	m	11,89	0,12
564001	PLACA DELANTERA	1	unidad	2,30	2,30
565017	SELECTORES DE DOS POSICIONES	2	unidad	2,62	2,62
565018	CONTACTO PARA SELECTOR	1	unidad	3,62	3,62
565097	CONTROL DE TEMPERATURA A 220	1	unidad	65	65
565008	LUZ PILOTO ROJA, AMARILLA A 220	2	unidad	2,1	4,20
565005	BASE 8 PINES REDONDA	2	unidad	0,76	1,52
565010	MINI RELE A 110	1	unidad	28	28
565009	PORTA FUSIBLE DE 18 A 32	2	unidad	11,40	22,80
565125	TIMBRE TEMPORIZADOR	1	unidad	100	100
565092	FUSIBLE DE 1 Y 2 AMPERIO	2	unidad	0,27	0,54
565006	RELE AUXILIAR A 220 REDONDO	1	unidad	21,42	21,42
565025	AMARRAS T6	100	unidad	1,15	1,15
565070	SUCRE 4 X 14 100M	3	m	184	5,52
565071	SUCRE 3 X 12 100M	3	m	170	5,10
565065	SUCRE 2 X 16 100M	1,45	m	70	1,015
565066	SUCRE 2 X 14 100M	1,45	m	100	1,45
565068	PRENSA ESTOPA PG 11	5	unidad	0,40	2
545003	CONECTOR DE FUNDA SELLADA 3/4	3	unidad	1,5	4,5
563001	MANGUERA SELLADA DE 3/4 100M	1,65	m	200	3,3
510019	CABLE FLEXIBLE N14 100M	10	m	27	2,70
565069	TERMINAL PUNTERO AZUL	104	unidad	0,02	2,08
565105	BORNERA BLANCA 24 CONEXIONES	2	unidad	2,27	4,54
557013	EJE DE TRANSMISION 1" L1m	0,165	m	69	11,38
585002	MANZANA	1	unidad	3,68	3,68
557015	EJE DE TRANSMISION 1 1/2 L 1m	0,519	m	132	68,64
573001	CHAVETA 6mm	2	unidad	6,65	13,3
575000	GRASERO 3/8 Hilo fino	1	unidad	0,19	0,19
5200017	RODAMIENTO 6206	2	unidad	4,10	8,20
574000	RETENEDORES 62x30x10	1	unidad	0,76	0,76
557016	EJE DE TRANSMISION 2"	0,025	m	147	3,67
557014	EJE DE TRANSMISION 1 1/4	0,025	m	76,67	1,91
557019	EJE DE ACERO INOXIDABLE 1/4 L 1m	0,165	m	234	38,61
557010	EJE DE TRANSMISION 3/4 L 1m	0,385	m	39,56	15,23
557000	EJE DE ACERO INOXIDABLE 3/4 L 1m	0,07	m	130	9,1
557019	EJE DE ACERO INOXIDABLE 1 1/4 L 1m	0,025	m	234	5,85
PRECIO TOTAL					1674,065

**Elaborado por:** Joffre Calvopiña  
**Fuente:** Bodega Industrias Metálicas Cotopaxi

### **Costo de comercialización del horno a diésel.**

Actualmente Industrias Metálicas Cotopaxi comercializa los hornos a un valor de \$ 9800 dólares.

### **Productividad Multifactorial**

Desde la perspectiva la productividad es una medición relativa que tiene que ser cotejado, los cuales podrían ser con datos de fábricas que sean similares en su manufactura, datos de sucursales que contenga la misma empresa si este es el caso y con la productividad la cual se aplicado a esta investigación utilizando datos históricos de años anteriores.

Para obtener el valor de la productividad multifactorial se debe saber los valores de cada productividad mono factorial los cuales ya han sido calculados y serán remplazados en la siguiente formula.

#### **Fórmula:**

$$P. M. = \frac{\text{Valor de la producción (Precio x Cantidad)}}{(\text{materia prima} + \text{mano de obra} + \text{energía} + \text{insumos})}$$

$$P. M. = \frac{\$ 8 \times 9800 \text{ unidades}}{(\$ 38400 + \$11500 + \$ 9684 + \$13392 )}$$

$$P. M. = \frac{\$78400}{\$72976}$$

$$P. M. = 1,07$$

Realizado el cálculo de los índices de productividad de la empresa Industrias metálicas Cotopaxi, se procede a realizar el cálculo total de la productividad multifactorial, teniendo como resultado un porcentaje del 1.07, estos son los valores de la eficiencia obtenida de la investigación permitiéndooos verificar que efectivamente la productividad no devenga a la inversión hecha.

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **Interpretación de resultados**

La interpretación de resultados se procederá a realizar de una manera lógica y ordenada, analizando tanto de forma cualitativa como cuantitativa cada una de las técnicas e instrumentos que se han utilizado para la elaboración de este estudio con la finalidad de evaluar el proceso productivo de la fabricación de los hornos rotativos de 16 bandejas de la empresa Industria Metálicas Cotopaxi.

#### **Análisis de la Encuesta**

La grafica refleja que el 39% de los operarios encuestados manifiestan que la materia prima a veces está bien utilizada generando desperdicios innecesarios, y un 61% menciona que siempre es bien utilizada la materia prima.

Para que el proceso no genere desperdicios y por ende no exista retrasos por el mal procesamiento de la materia prima, la empresa debería capacitar, a los operarios además de realizar un programa de mantenimiento para la maquinaria, esto evitara que no existan fallas en cortes, doblados y punzonados agilizando el flujo del proceso.

La grafica refleja que el 17% de los trabajadores encuestados, están algo inseguros sobre el proceso de manufactura de los hornos, el 44% están algo seguros y el 39% están muy seguros de conocer las actividades que se realizan para elaborar el horno.

Es importante que los operarios conozcan perfectamente la actividad que tienen a cargo para que el proceso de producción fluya normalmente además de una capacitación de la maquinaria, esto contribuirá a que no se generen retrasos como desperdicio de material, daños en maquinaria y accidentes en el trabajo.

El 17% de los operarios entrevistados, dicen que la empresa no cuenta con los equipos necesarios para desarrollar su trabajo y un 83% nos dicen que la empresa si posee la maquinaria y herramientas necesarias.

Para que la producción se cumpla con lo programado y pueda fluir correctamente la empresa debe contar con los equipos y herramientas necesarios para cada sub proceso, además a esto podemos acotar que con una tecnología de vanguardia se podría mejorar los tiempos de producción y reduciría recursos.

El 30% de los trabajadores encuestados, manifiestan que la empresa no cuenta con el personal suficiente para elaborar la producción de los hornos y un 70% menciona que la empresa si posee el personal necesario para la producción de los hornos

Es importante contar con el personal necesario para cubrir las actividades pertinentes para la producción del horno, y no solo lo necesario si no a la vez capacitado para que puedan cumplir su función a cabalidad y con un flujo que no presente inconformidades.

El 83% de los trabajadores afirma que la maquinaria está mal ubicada para seguir el flujo correcto del proceso mientras que el 17% de los operarios dice que no afecta en el proceso la ubicación de las máquinas y las herramientas.

Es de gran importancia la distribución correcta de la maquinaria según el flujo que requiera el proceso, ya que podemos conseguir un orden adecuado y un excelente manejo de los espacios de trabajo, máquinas y herramientas, así lograremos reducir los tiempos, espacios y costos.

El 26% de los trabajadores manifiestan que a veces coinciden algunas piezas y es necesario modificarlas para que encajen, mientras que el 74% restante afirman que las piezas siempre encajan perfectamente y no necesitan ser modificadas

### **Análisis de la Entrevista.**

Es muy importante que las piezas cortadas tanto en la cizalla, la punzonadora y el plasma cumplan con un rango de tolerancia para que al momento de ensamblarlas concuerden perfectamente cumpliendo estándares de calidad y principalmente esto nos ayudara a que el proceso siga su curso y no necesite de reprocesos y desperdicios.

Podría decir que la materia prima está bien utilizada en un 70 % y el 30 % de la materia prima son residuos que se reciclan o se venden debido a que en el proceso se fabrican hornos pequeños, medianos y gran tamaño tamaños.

Si conozco todo el proceso de fabricación, debido a que mi cargo como jefe de producción requiere principalmente saber el proceso desde su entrada de la materia prima hasta que sale el producto terminado para así controlar y verificar que se cumplan con los requerimientos y todo lo establecido.

Si la empresa cuenta con la maquina necesaria y a su vez cuenta con algunas máquinas adicionales que pueden trabajar en caso de averías o mantenimiento para que no se pare la producción, pero la maquinaria actual es la suficiente para solventar la producción

Si el personal que actualmente se encuentra laborando es suficiente para cubrir la producción ya que están distribuidos por puestos de trabajo, trabajan por actividades específicas cumpliendo a cabalidad y cubriendo cada proceso.

No la ubicación de la maquinaria en la empresa no es adecuada debería realizarse una nueva distribución de maquinaria y a su vez de puestos de trabajo para que exista un mejor manejo y optimización de los procesos ayudándonos así a reducir tiempos y aumentar la producción de la empresa.

Si debido a la reciente adquisición de la maquina punzonadora cnc se ha logrado estandarizar el corte, trazado y despuntado de las piezas, pero en anteriores producciones existían fallas y desperdicios ya que se lo realizaba manualmente logrando así que no sea casi necesaria la modificación a excepción de piezas realizadas en el plasma que genera escoria y necesita ser pulidas

## **Discusión de los resultados de la Matriz de observación**

Realizada la matriz de observación nos presentan los siguientes resultados:

- La empresa se preocupa por la seguridad de sus trabajadores y cuenta con un supervisor encargado de la seguridad y salud ocupacional que hace respetar los artículos del decreto 2393. Además de contar con una infraestructura lo suficiente mente grade para la elaboración de los hornos.
- La empresa constantemente capacita a los operarios en sus diferentes áreas de trabajo por lo cual es un punto a favor para mejorar la productividad además el departamento de seguridad y salud ocupacional capacita a los operarios para que se minimice el riesgo de accidentes la cual es un factor positivo para mejorar la eficiencia.
- La empresa cuenta con los equipos necesarios para la producción, además que la empresa constantemente está renovando sus equipos, pero necesita de un departamento de mantenimiento que se encargue de realizar mantenimientos programado optimizando el rendimiento de los equipos y se mantenga en stock repuestos para no producir tiempos muertos, además la empresa cuenta con equipos averiados que no se encuentran en funcionamiento ocupando espacio el cual podría ser aprovechado para optimizar recursos.
- Una de las principales causas por las que se generan cuellos de botella en la empresa es la mala distribución que tienen los equipos esto provoca que no exista un flujo adecuado alargando el tiempo de fabricación del horno rotativo con un proceso en línea, reduciríamos el tiempo incrementando el número de unidades producidas y por ende la productividad, además la empresa no cuenta con un sistema para recibir los pedidos y mantener el inventario otra de las causas son las malas decisiones de los altos mandos esto se da porque la empresa es familiar y por lo mismo interviene en el proceso.

### **Diagrama de bloques**

Mediante este diagrama graficamos de una manera fácil para que cada una de las actividades que se ejecutan durante el proceso de producción de la empresa Industrias Metálicas Cotopaxi, sean visualizadas y de fácil comprensión.

El diagrama permite conocer de una manera breve cada una de las actividades principales que se desarrolla para la obtención del producto final, la cual inicia en la recepción de los insumos para la manufactura y culmina en el almacenamiento del producto terminado (hornos rotativos de 16 bandejas)

Evaluable el diagrama de bloques se determina la inexistencia de puntos de controles en cada uno de las principales actividades que se desarrollan en el proceso.

### **Diagrama de flujo funcional**

El diagrama de flujo funcional nos permitió conocer las actividades que se realizan en cada departamento durante el proceso de fabricación del horno rotativos de 16 bandejas en la empresa Industrias Metálicas Cotopaxi, la cual se representa claramente en la figura No-12.

Este diagrama al momento de analizar el proceso productivo nos posibilita estudiar de mejor manera cada uno de los elementos que intervienen durante el proceso, así como también analizar cada una de las inspecciones y también los controles en el proceso, con el respectivo análisis se concluyó que los controles que existen actualmente no están debidamente ubicados en los puntos más críticos del proceso.

### **Diagrama de proceso**

El diagrama de procesos nos brinda un gran aporte al estudio ya que nos da a conocer cada una de las actividades que se desarrollan durante todo el proceso permitiéndonos recabar información del proceso de producción resumiendo, los controles, operaciones, almacenamiento, demoras y transportes, que existen en la fabricación del horno rotativo así mismo nos permite saber el tiempo total de fabricación y los valores del recorrido que sufre el proceso.



Determinamos que la mala distribución que tiene la empresa genera distancias excesivas de transporte de materia prima y las piezas para ensamblar el horno lo cual impide un buen flujo de transporte de una sección a otra. Esto generará que la producción se retrase y no trabajen a mayor capacidad, verificando que existan cruce de líneas entre departamentos, una redistribución de planta permitirá a la empresa conocer de mejor manera el flujo que debe tener el proceso y reducir así los tiempos de manufactura siendo así mas eficientes.

Al finalizar el análisis del diagrama de proceso se obtuvo como resultado que el recorrido total es de 688 metros, lo cual es muy excesivo, las operaciones son setenta se los ejecuta en 2037 minutos, dos transportes en un tiempo de 43 minutos, cuatro inspecciones en 70 minutos y un almacenamiento en 180 minutos.

### **Tiempo promedio de cada actividad**

Analizado el cálculo del tiempo promedio ejecutado a todas las actividades del proceso se evidenciaron que cada una de estos, en los diferentes diagramas realizados anteriormente, para determinar el desarrollo que se efectúa durante el proceso productivo que ejecuta la empresa.

Los tiempos se tomaron cronometrada mente en 10 ocasiones utilizando la técnica de cronometraje con vuelta a cero, teniendo como resultado que el tiempo total promedio para la fabricación de hornos rotativos de 16 bandejas es de 2197 minutos.

### **Tiempo normal del proceso**

Realizado el cálculo del tiempo promedio de todas las actividades que se desarrollan durante el proceso productivo se procede al cálculo del tiempo normal del proceso estableciendo la calificación del desempeño del operario en cada una de las actividades que se desarrollan durante el proceso productivo.

Determinado el valor de desempeño de cada operario para cada una de las actividades del proceso de producción de hornos rotativos de 16 bandejas se tiene que el tiempo normal es de 2086 minutos.

### **Tiempo estándar del proceso**

Para realizar el cálculo del tiempo estándar del proceso primero se debió realizar el cálculo del tiempo promedio y normal, el tiempo estándar del proceso es el tiempo real de producción que se debe ejecutar en la empresa para esto debemos calificar las necesidades del personal sean hombres o mujeres según la tabla de suplemento de la OIT.

Analizado cada uno de los suplementos de los operarios de producción se determinó que el tiempo estándar del proceso es 2415 minutos.

### **Análisis de la productividad actual en la empresa de Industrias Metálicas Cotopaxi.**

Analizado cada uno de los tiempos involucrados en la producción de hornos rotativos de 16 bandejas de la empresa Industrias Metálicas Cotopaxi se establecieron tres tiempos como son promedio, normal y estándar, para lo cual se tomaron en cuenta 10 mediciones utilizando la técnica de cronometraje con vuelta a cero, teniendo como resultado que el tiempo promedio para la fabricación del producto es de 2197 minutos, el tiempo normal es de 2086 minutos y el tiempo estándar 2415 minutos.

Seguidamente se procede el cálculo de las productividades monofactoriales que intervienen durante el proceso de producción de hornos rotativos de 16 bandejas de la empresa Industrias Metálicas Cotopaxi, para lo cual se toma en cuenta los recursos empleados para la elaboración del producto como son materia prima, mano de obra, energía eléctrica y los accesorios empleados para el proceso

Posteriormente con el resultado del cálculo de cada una productividad monofactorial se realizó el cálculo de la productividad multifactorial de la empresa en la cual utilizamos todos los bienes obtenidos por su costo de venta sobre los recursos invertidos para su producción, mostrándonos que en la actualidad la productividad es de 1.07, lo que no dice que se debe realizar un estudio de la distribución de planta, para aplicar una reingeniería esto hará que la productividad de la empresa mejore notablemente incrementando la producción y las ganancias.

## Verificación de la Hipótesis

### Modelo lógico

H0= El proceso productivo de elaboración de hornos a diésel no incide en la productividad de la empresa.

H1= El proceso productivo de elaboración de hornos a diésel incide en la productividad de la empresa.

### Nivel de significación y regla de decisión

$$\alpha = 0,05$$

Para la verificación de la hipótesis de la presente investigación se aplicará el modelo estadístico T-student, al analizar nuestras variables independientes y dependientes se toma en cuenta su análisis es de una manera cuantitativa por lo cual se toma como referencia este modelo estadístico.

Para la verificación de la hipótesis se aplicará la siguiente ecuación N°.4:

$$t = \frac{\bar{X} - \bar{Y}}{\sqrt{\frac{(n-1)\hat{S}_1^2 + (m-1)\hat{S}_2^2}{n+m-2}} \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{1}{m}}} \text{ Ec. 4}$$

Donde:

$\bar{X}$  = Promedio de la producción de los Hornos a diésel

$\bar{Y}$  = Promedio de la productividad

$\hat{S}_1^2$  = Desviación estándar de la producción

$\hat{S}_2^2$  = Desviación estándar de la productividad

n = Número de muestra de la variable dependiente

m = Número de muestra de la variable independiente

Podemos observar el valor de n en la siguiente tabla:

**Tabla N° 23: Meses de producción**

MES	PRODUCCIÓN
JULIO	8
AGOSTO	8
SEPTIEMBRE	8
OCTUBRE	8
NOVIEMBRE	8
DICIEMBRE	8
ENERO	8
FEBRERO	8
MARZO	8
ABRIL	8
Sumatoria T	80

Elaborado por: Joffre Calvopiña

Fuente: Investigación de campo

Variable independiente Producción n=10

**Promedio distribución de planta**

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \text{ Ec. 5}$$

$$\bar{X} = \frac{80}{10} = 8$$

**Cursivariante  $\widehat{S}_1^2$  muestral correspondiente**

$$\widehat{S}_1^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \text{ Ec. 6}$$

$$\widehat{S}_1^2 = \frac{(1488)}{10-1} = 165.33$$

Podemos observar el valor de m en la siguiente tabla:

**Tabla N° 24: Productividad mensual**

Mes	PRODUCTIVIDAD
JULIO	7
AGOSTO	8
SEPTIEMBRE	8
OCTUBRE	7
NOVIEMBRE	8
DICIEMBRE	8
ENERO	7
FEBRERO	7
MARZO	8
ABRIL	8
Sumatoria T.	76

**Elaborado por:** Joffre Calvopiña

**Fuente:** Investigación Directa

Variable dependiente Productividad m=10

### Promedio Productividad

$$\bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^m X_i \text{ Ec. 7}$$

$$\bar{Y} = \frac{76}{10} = 7,6$$

Cursivariante  $\hat{S}_2^2$  muestral correspondiente

$$\widehat{S}_2^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^m (Y_i - \bar{Y})^2 \text{ Ec. 8}$$

$$\widehat{S}_2^2 = \frac{(1590)}{10-1} = 177.66$$

Con los valores obtenidos reemplazamos en la ecuación 4

$$t = \frac{165.33 - 177.66}{\sqrt{\frac{(10 - 1)165.33 + (10 - 1)177.66}{10 + 10 - 2}} \sqrt{\frac{1}{10} + \frac{1}{10}}}$$

$$t = -2.6512979$$

### Grados de Libertad.

$$GL = n + m$$

$$GL = 10 + 10$$

$$GL = 2$$

**Tabla N° 25: Distribución del T-student**

<b>DISTRIBUCIÓN T-STUDENT</b>			
<b>Grados de Libertad</b>	<b>0,1</b>	<b>0,05</b>	<b>0,025</b>
18	1.330	1.73	2.101

**Elaborado por:** Joffre Calvopiña

**Fuente:** Investigación Directa

### Regla de Decisión

Al verificar en la tabla del T-student con 18 grados de libertad y con un nivel de significancia de 0.05 se tiene que el valor es de +- 1.73, mientras que el valor calculado con el modelo estadístico del T-student es de +- 2.46, de esta manera se acepta la hipótesis alterna H1 al cumplir con la condición  $t > t_{\alpha}$ , es decir, el proceso productivo de elaboración de hornos a diésel incide en la productividad de la empresa.

## **Propuesta**

Realizado el estudio del proceso productivo de la fabricación de hornos rotativos de 16 bandejas en la empresa Industrias Metálicas Cotopaxi, se determinó que actualmente el número de actividades con el que cuenta la empresa es elevado observando que existen actividades que no agregan valor ni a la empresa tampoco al cliente por lo cual se generan actividades que no generan valor las cuales se convierten en demoras para la empresa impidiendo su normal desempeño.

La falta de un estudio de distribución de ´planta genera al momento de la fabricación que se generen extensas líneas de recorrido de materiales de un a área a otra lo cual incrementa el tiempo del proceso y por ende el incremento del costo de manejo de materiales.

A continuación, se detalla la propuesta a seguir para posteriormente aplicar a la empresa:

- Análisis de valor agregado del proceso de fabricación hornos rotativos de 16 bandejas
- Estandarización del proceso ´productivo de la elaboración de hornos rotativos de 16 bandejas.
- Redistribución de la planta Industrias Metálicas Cotopaxi.

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **Conclusiones:**

- Realizado el análisis de la situación actual del proceso de producción de la empresa Industrias Metálicas Cotopaxi, se obtiene como resultados la falta de una estandarización de procesos, así como una inadecuada distribución de planta dificulta el incremento de producción por lo cual las actividades dan como resultado que el tiempo real para la realización del producto (hornos a diésel) es de 2415 minutos con un total de 87 actividades y con un recorrido de 688 metros lo cual se debe minimizar .
- La productividad actual que se genera en la empresa Industrias Metálicas Cotopaxi, arroja como resultado un índice del 1.07, lo cual nos da un beneficio del 7 % en ganancias.
- Evaluado el actual proceso productivo de fabricación de hornos rotativos de 16 bandejas de la empresa Industrias Metálicas Cotopaxi, se determina que la falta de una adecuada distribución de planta genera distancias extensas de un departamento a otro por lo cual se eleva los tiempos de producción y generan retrasos al momento de producir, así como excesivos costos por transporte materiales.



**Recomendaciones:**

- Hecho el análisis del estudio lo más recomendable es realizar una reingeniería para redistribuir la maquinaria de una mejor manera logrando un mejor flujo del proceso, esto nos permitirá reducir el tiempo de producción además nos permitirá normalizar los procesos para aprovechar los recursos que dispone la empresa permitiéndonos ser más eficientes en el proceso.
- Los índices de la productividad son muy importantes ya que son indicadores que nos permiten evidenciar como se encuentra la empresa además nos dará una idea para utilizar los recursos que dispone la empresa de una manera correcta dotando al proceso de eficiencia.
- Mediante una distribución de la maquinaria y redistribución de las bodegas se obtendrá mayor espacio y el flujo correcto del proceso permitiendo disminuir los recorridos innecesarios entre departamentos, y a su vez disminuir el costo de los materiales q se utilizan durante el proceso de producción, dotándole a la empresa de un incremento de su productividad.

## **Bibliografía**

- Cabrera. 2012. "Mejoramiento integral del proceso productivo",. Santiago de Chile : s.n., 2012.
- Canseco, Alberto. 2012. La Productividad. 2012.
- Caso, Alfredo. 2006. Tecnicas de Medicion del Trabajo . Madrid :
- Delgado, Juan Manuel Carrión. 2015. Análisis de operaciones. 2015.
- Duncan, Kevin. 2011. El libro de los diagramas. 2011.
- Gonzales, J. (2009). Gestión y logística del mantenimiento en automoción
- Himmelblau, D. (1992). Análisis y simulación de procesos
- Juran, J. (1990). Juran y el liderazgo para la calidad: manual para ejecutivos (ilustrada ed., Vol., pp. 85-85). Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos.
- Lee J. Krajewski, Larry P. Ritzman. 2004. Administración de operaciones. 2004.
- Manosalvas, B. "Análisis y Medición del Trabajo". En: Balbuena (edición). Primera. España: 2011. p. 18-19.
- Manosalvas, (2011). "Análisis y Medición del Trabajo". (Primera ed.)
- Neira. 2006. Tecnicas de medicion del trabajo. España : s.n., 2006.
- Núñez, José Manuel Rocha. 2012. Ingenieria de Control. 2012.
- Ogata, K. (2003). Ingeniería de control moderna (Cuarta ed., Vol., pp. 58-58). Madrid, España: Pearson Educación.
- Tovar, A. (2007). cpimc un modelo de administración por procesos (Primera ed., Vol., pp. 56-56). Distrito Federal, México: Panorama Editorial.
- Ugalde Vázquez, J. (1979). Programación de Operaciones
- W. Edwards Deming, Jesús Nicolau Medina. 1989. Calidad, productividad y competitividad. Madrid : s.n., 1989.

# ANEXOS

## Anexo 1

### ENCUESTA DIRIGIDA AL PERSONAL DE LA EMPRESA

<b>DATOS GENERALES (Información de la Organización que responde el formulario)</b>
<b>Nombre completo de la Empresa u Organización:</b>
<b>Área (Localidad – Departamento):</b>
<b>Nombre de la persona encuestada:</b>
<b>1.- ¿Considera usted que la materia prima está bien utilizada?</b>
<input type="checkbox"/> Siempre <input type="checkbox"/> A veces
<b>2.- ¿Conoce usted las actividades que realiza en el proceso de fabricación de los hornos?</b>
<input type="checkbox"/> Algo inseguro <input type="checkbox"/> Algo seguro <input type="checkbox"/> Muy seguro
<b>3.- ¿La empresa cuenta con equipos imprescindibles en la fabricación de los hornos?</b>
<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
<b>4.- ¿Piensa usted que el personal actual es suficiente para cubrir la producción?</b>
<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
<b>5.- ¿Cree usted que la ubicación de la maquinaria facilita la fabricación de los hornos?</b>
<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
<b>6.- ¿Al momento del ensamble las piezas fabricadas encajan perfectamente sin necesidad de ser modificadas?</b>
<input type="checkbox"/> Siempre <input type="checkbox"/> A veces

## Anexo 2

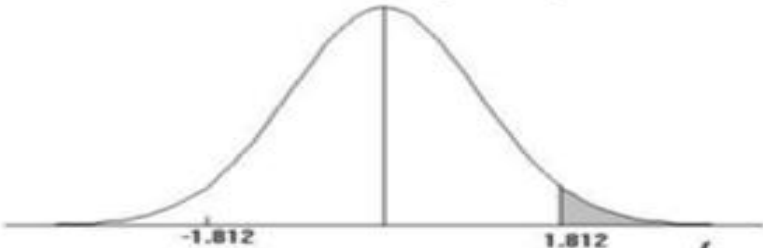
### ENTREVISTA DIRIGIDA AL GERENTE GENERAL DE LA EMPRESA

<b>DATOS GENERALES (Información de la Organización que responde el formulario)</b>
Nombre del entrevistador:
Área (Localidad – Departamento):
Jefe de producción:
<b>1.- ¿Considera usted que la materia prima está bien utilizada?</b>
<b>2.- ¿Conoce usted las actividades que realiza en el proceso de fabricación de los hornos?</b>
<b>3.- ¿La empresa cuenta con equipos imprescindibles en la fabricación de los hornos?</b>
<b>4.- ¿Piensa usted que el personal actual es suficiente para cubrir la producción?</b>
<b>5.- ¿Cree usted que la ubicación de la maquinaria facilita la fabricación de los hornos?</b>
<b>6.- ¿Al momento del ensamble las piezas fabricadas encajan perfectamente sin necesidad de ser modificadas?</b>

## Anexo 3

### Tabla de T-student

**Puntos de porcentaje de la distribución t**



$\alpha$ r	0,25	0,2	0,15	0,1	0,05	0,025	0,01	0,005	0,0005
1	1,000	1,376	1,963	3,078	6,314	12,706	31,821	63,656	636,578
2	0,816	1,061	1,386	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925	31,600
3	0,765	0,978	1,250	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841	12,924
4	0,741	0,941	1,190	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	8,610
5	0,727	0,920	1,156	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	6,869
6	0,718	0,906	1,134	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	5,959
7	0,711	0,896	1,119	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499	5,408
8	0,706	0,889	1,108	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	5,041
9	0,703	0,883	1,100	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	4,781
10	0,700	0,879	1,093	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	4,587
11	0,697	0,876	1,088	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106	4,437
12	0,695	0,873	1,083	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	4,318
13	0,694	0,870	1,079	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012	4,221
14	0,692	0,868	1,076	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	4,140
15	0,691	0,866	1,074	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947	4,073
16	0,690	0,865	1,071	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921	4,015
17	0,689	0,863	1,069	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898	3,965
18	0,688	0,862	1,067	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878	3,922
19	0,688	0,861	1,066	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	3,883
20	0,687	0,860	1,064	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845	3,850
21	0,686	0,859	1,063	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831	3,819
22	0,686	0,858	1,061	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819	3,792
23	0,685	0,858	1,060	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807	3,768
24	0,685	0,857	1,059	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797	3,745
25	0,684	0,856	1,058	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787	3,725
26	0,684	0,856	1,058	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779	3,707
27	0,684	0,855	1,057	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771	3,689
28	0,683	0,855	1,056	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763	3,674
29	0,683	0,854	1,055	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756	3,660
30	0,683	0,854	1,055	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750	3,646
40	0,681	0,851	1,050	1,303	1,684	2,021	2,423	2,704	3,551
60	0,679	0,848	1,045	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660	3,460
120	0,677	0,845	1,041	1,289	1,658	1,980	2,358	2,617	3,373
$\infty$	0,674	0,842	1,036	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576	3,290